

**EFFECTO DE SOMATOTROPINA BOVINA SOBRE TALLA Y PESO EN
TERNERAS CEBÚ DE LEVANTE**

JORGE ALEXANDER FAJARDO HERNADEZ

COD. 7320607

REINALDO PUIN GUERRA

COD.4191626

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

PROGRAMA ZOOTECNIA

CEAD TUNJA

2010

**EFFECTO DE SOMATOTROPINA BOVINA SOBRE TALLA Y PESO EN
TERNERAS CEBÚ DE LEVANTE**

JORGE ALEXANDER FAJARDO HERNANDEZ

COD. 7320607

REINALDO PUIN GUERRA

COD.4191626

TRABAJO PRESENTADO ALCOMITE DE EVALUACION Y PROYECTOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

PROGRAMA ZOOTECNIA

CEAD TUNJA

2010

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, octubre de 2010

AGRADECIMIENTOS

Es maravilloso cuando un ser humano cumple sus propósitos con fines de mejorar su calidad de vida, desarrollo personal y profesional por eso hoy al cumplir este propósito de culminar con el trabajo de grado; debemos agradecer con gratitud y afecto el asesoramiento y dirección para el desarrollo del trabajo a los Doctores; Martin Orlando Pulido Medellin , Sofía Natalia Corredor, Edwin Paez Baron y Martha Vargas de Infante quienes con su sabiduría ,acierto, colaboración y responsabilidad hicieron que nuestra meta se llevara a cabo, dejando , experiencias, conocimientos claros a nuestra vida profesional .

Expresamos con gran felicidad al saber que nuestros padres, hermanos, esposa e hijos estuvieron acompañándonos y apoyándonos incansablemente en este proceso de formación; damos gracias a Dios por la sabiduría y fortaleza que ha puesto en nuestras vidas para lograr este gran sueño se haga una realidad triunfante de ser profesionales zootecnistas.

CONTENIDO

	p
1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4. OBJETIVOS	6
4.1 OBJETIVO GENERAL	6
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
5. ESTADO DEL ARTE	7
5.1 SOMATOTROPINA BOVINA	7
5.2 HISTORIA Y EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA SOMATOTROPINA	8
6. METODOLOGÍA	16
6.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	16
6.1.1 Hipótesis de trabajo	16
6.1.2 Hipótesis nula	16
6.1.3 Hipótesis estadística	16
6.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	17
6.3 DISEÑO METODOLÓGICO	18
6.3.1 Diseño estadístico	18

6.3.2 Población de estudio	18
6.3.3 Tamaño de la muestra	18
6.3.4 Intervención y seguimiento de las unidades experimentales	19
6.3.5 Valoración de las variables de respuesta	20
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
7.1 DESCRIPCIÓN DE DATOS: TABULACIÓN	21
7.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS	26
7.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS	26
7.2.1.1 Variable peso	27
7.2.1.2 Variable perímetro torácico	30
7.2.1.3 Variable talla cruz	33
7.2.1.4 Variable talla anca	37
7.2.2 ANOVA	40
7.3 DISCUSIÓN	43
8. CONCLUSIONES	46
9. RECOMENDACIONES	47
10. BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXO TABLAS	52
ANEXO GRÁFICOS	72

INDICE TABLAS

Tabla 1: Registro control de peso	22
Tabla 2: Registro control de perímetro torácico	23
Tabla 3: Registro control de talla a punto de cruz	24
Tabla 4: Registro control de talla a punto de anca	25
Tabla 5: Cuadro comparativo de los diferentes tratamientos con respecto a la variable Peso.	27
Tabla 6: Cuadro comparativo de los diferentes tratamientos con respecto a la variable Perímetro Torácico (PT).	31
Tabla 7: Cuadro comparativo de los diferentes tratamientos con respecto a la variable Talla Cruz (TC).	34
Tabla 8: Cuadro comparativo de los diferentes tratamientos Con respecto a la variable (Talla anca) TA.	37
Tabla 9: Tabla de ANOVA para el análisis de la información	41
Tabla 10: Test DMS de Tukey.	41
Tabla 11: Aumento de peso para el tto0.	52
Tabla 12: Aumento de peso para el tto1	55
Tabla 13: Aumento de peso para el tto2	57
Tabla14: Aumento de cm en perímetro torácico para el tto0	57
Tabla 15: Aumento de cm en perímetro torácico para el tto1	58

Tabla 16: Aumento de cm en perímetro torácico para el tto2	60
Tabla 17: Aumento de cm en talla a punto de cruz para el tto0	62
Tabla 18: Aumento de cm en talla a punto de cruz para el tto1	63
Tabla 19: Aumento de cm en talla a punto de cruz para el tto2	65
Tabla 20: Aumento de cm en talla anca para el tto0	67
Tabla 21: Aumento de cm en talla anca para el tto1	68
Tabla 22: Aumento de cm en talla anca para el tto2	70

RESUMEN

En la búsqueda de estrategias biotecnológicas y de manejo, y con el fin de conocer los efectos de la somatotropina bovina en el crecimiento de terneras cebú, cuestión poco explorada en ganaderías de carne, se planteó este proyecto de investigación. Se desarrolló en 6 bovinos hembra de 5 meses de edad que poseían características homogéneas (ejemplares clínicamente sanos, alimentación balanceada). El lugar de estudio fue una finca la vereda Palmichal, municipio de Campohermoso (Boyacá). El tipo de estudio empleado fue experimental, analizando una variable independiente (aplicación de somatotropina -Lactotropina® de Elanco®), frente a una variable dependiente (aumento de talla y peso). Se emplearon tres tipos de tratamientos: El t1 aplicando una dosis de somatotropina bovina (500 mg/15 días) durante 8 meses, t2 aplicando una dosis de somatotropina bovina (500 mg/30 días) durante 8 meses, y t0 corresponde al grupo control. Para el seguimiento se midió talla y peso cada 15 días. Los datos obtenidos fueron analizados de dos formas: observacional y analítica, a través de ANOVA, con el fin de obtener su significancia estadística, y posteriormente sometidos a test de Tukey. Los resultados permitieron concluir que no hubo significancia estadística entre ninguna de las variables medidas (aplicación/peso, aplicación/talla), sin embargo, a nivel descriptivo se notó cierta diferencia entre el grupo control con respecto a los grupos tratados, por lo cual se recomienda realizar más investigación acerca de la implementación de este tipo de protocolos, con el fin de elucidar si es viable y rentable aplicar estas medidas de manejo.

ABSTRACT

The aim of this work was to know the effects of administering bovine somatotropine in the growing of cebú heifers, searching for new biotechnological strategies. It was done using 6 homogeneous cebú females 5 months aged (healthy, balanced feed). The study place was "El Palmichal" a rural area from the municipality of Campohermoso (Boyacá). This was an experimental study where the independent factor (administering somatotropin -Lactotropina® de Elanco®), was analyzed against a dependent factor (growing and weight increasing). There were employed three kinds of treatments: t1 with a dose of 500mg/15days/8months, t2 with a dose of 500 mg/30days/8months, and t0, with no dose. Each 15 days the weight and the tall were measured. Data obtained were analyzed through observational and analytical statistical methods. Las kind of methods were ANOVA and Tukey test. Results concluded that there were not statistical differences between factors. Nevertheless, through descriptive or observational methods this was noted some kind of difference between control group and treated groups. That is why is recommended to make more investigation about this methods, in order to know if they are viable and rentable.

1. INTRODUCCION

La somatotropina bovina es una hormona de carácter proteico que se produce en la glándula pituitaria. Su acción consiste en promover el crecimiento de los tejidos, y de igual forma influencia la producción de leche. Por esta última razón ha sido estudiada, debido a los grandes incentivos económicos que propone el aumento positivo del ratio producción litros de leche / costos de producción.

Al haberse dejado de lado los efectos consecuentes del crecimiento, mantenimiento y aumento de longevidad de los tejidos (incluyendo el mamario) gracias a la somatotropina; el conocimiento práctico y por ende las actividades ganaderas cotidianas han relegado la utilidad de la aplicación de esta valiosa hormona exógena en las prácticas de producción de ganado de carne. Solo algunos pocos estudios realizados en ganaderías de engorde comprueban que la somatotropina bovina mejora el crecimiento y la talla en forma favorable, en ganado bovino cebú para cría no se encuentran estudios disponibles al respecto.

Esta investigación se basa en el interés de conocer los efectos de la somatotropina bovina en el crecimiento de terneras cebú, ya que la documentación que existe en la actualidad sobre la somatotropina bovina se basa especialmente en la producción de leche. Por tanto, se plantean el desarrollo de este estudio en una ganadería tradicional del departamento de Boyacá.

2. JUSTIFICACIÓN

Se hace necesario establecer el papel que ejercería la aplicación exógena de somatotropina bovina en los sistemas ganaderos tradicionales en donde este método no ha sido probado, debido a los altos costos en la alimentación y manejo de terneras durante el periodo de levante y el tiempo que demanda alcanzar el peso y la talla ideal para entrar al proceso reproductivo o salir al mercado. En ganaderías de cría y con manejo tradicional de pastoreo hace que el rendimiento económico para el ganadero sea muy bajo y la actividad ganadera cada día sea menos rentable.

Considerando que la etapa más crítica es el levante de terneras en pastoreo comparado relativamente con el desarrollo de los machos, se ve la necesidad de suministrar sustancias coadyuvantes para acelerar el crecimiento y desarrollo de la masa muscular con el fin de lograr el mayor peso en el menor tiempo posible; lo expuesto anteriormente se pretende conseguir suministrando la hormona de crecimiento o somatotropina bovina a terneras durante un periodo comprendido entre los cinco a doce meses de edad.

Este estudio se justifica entonces en la repercusión económica positiva que eventualmente tendría sobre las ganaderías la aplicación de dicha técnica, considerando la disminución en el tiempo y en la inversión que aumentaría hipotéticamente la rentabilidad de la producción y por ende mejoraría las condiciones socioeconómicas del productor y de la región.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el sistema tradicional de ganadería de doble propósito en la región de pie de monte llanero las crías permanecen con la vaca hasta los siete u ocho meses de edad tiempo en el cual se practica el destete, seguido de un periodo de levante hasta alcanzar el peso y la talla ideal para entrar a la etapa reproductiva.

Bajo estas condiciones, el desarrollo de terneras en condiciones normales de pastoreo y semi-estabulación no alcanza los rendimientos deseados en ganancia de peso y talla comparados con los resultados obtenidos en el levante de machos. Igualmente, el costo de la etapa de levante de terneras es relativamente alto comparado con el costo que tienen otras etapas de desarrollo que transcurren en la vida productiva del animal. Adicionalmente el valor comercial del ganado en la actualidad es bajo con respecto a los costos de producción disminuyendo la ganancia para el ganadero.

En la búsqueda de estrategias biotecnológicas y de manejo; la técnica que se quiere implementar con esta investigación es la aplicación de un tratamiento a base de Somatotropina bovina a varios lotes de terneras en igualdad de condiciones de edad, alimentación y manejo bajo un estricto control de peso y talla que permita comprobar la efectividad del tratamiento según las hipótesis planteadas para su posterior implementación en las prácticas ganaderas.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Comprobar el efecto de la somatotropina bovina en el aumento de talla y peso en la etapa de levante de terneras de la raza cebú

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar el efecto de la somatotropina bovina sobre la talla de terneras de la raza cebú en la etapa de levante.

Establecer el efecto de la somatotropina bovina sobre el peso de terneras de la raza cebú en la etapa de levante.

Evaluar la eficiencia del suministro de Somatotropina bovina en el desarrollo esquelético- muscular de terneras de la raza cebú con diversos tratamientos versus un grupo testigo.

5. ESTADO DEL ARTE

5.1 SOMATOTROPINA BOVINA

Es una hormona de carácter proteico, formada por alrededor de 191 aminoácidos en el caso de los bóvidos, con un peso molecular aproximado de 22000 (Wood y col., 1989). Su vida media es de minutos, varía según las especies (García 1996; Kay, 1998). Se produce en las células acidófilas de la pituitaria anterior (Bauman 1992, Etherton y Bauman 1998, Prado y col 2003), y su producción está regulada por las hormonas hipotalámicas, factor liberador de somatotropina y la somatostatina (Etherton y Bauman 1998, Prado y col 2003).

El mecanismo de acción de la somatotropina envuelve una serie de cambios orquestados en el metabolismo de los tejidos del cuerpo de la vaca, de tal manera que más nutrientes pueden ser usados en la síntesis de leche. Dos tipos de células son el principal blanco de la somatotropina, los adipositos y los hepatocitos, concluyendo que sus efectos sobre la glándula mamaria son indirectos (Bauman y Vernon, 1993). Experimentos con tejido de hígado de vacas tratadas con somatotropina mostraron que la conversión de propionato a glucosa fue 90% más eficiente que los grupos control, resultando en un mayor flujo de glucosa (Knapp y col., 1992).

5.2 HISTORIA Y EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA SOMATOTROPINA

A principios de los años treinta del siglo XX, investigadores rusos reportaron que inyecciones de extracto de la glándula pituitaria aumentaron las tasas de crecimiento y la producción de leche de animales mamíferos. Sin embargo, Bauman y col. (1993) hicieron notar que la magnitud de la respuesta en la producción de leche es influenciada por una serie de factores internos y externos, tales como manejo, etapa de lactancia, temperatura ambiental, nivel de producción y potencial genético de las vacas, entre otros.

Hacia el inicio de la década de los años 80 se sintetizó somatotropina bovina por medio de tecnología con DNA recombinante, clonando un segmento específico de DNA bovino en la bacteria *Escherichia coli* K-12, donde la molécula resultante mostró ser biológicamente idéntica a la natural (Bauman 1992, Chalupa y col 1996).

Como se mencionó previamente, la Hormona del crecimiento o Somatotropina es una proteína producida por la glándula pituitaria de los animales, la cual es un factor endocrino importante para el crecimiento normal y la lactancia de los mamíferos. Las funciones de la GH (por sus siglas en inglés Growth Hormone, hormona del crecimiento o somatotropina) en el organismo son múltiples.

En el plasma la GH, a pesar de ser una hormona proteica, es transportada por un tipo de proteína de unión (GHBP o GH binding protein). Estas proteínas transportadoras crean un reservorio de GH, al limitar su

degradación impidiendo su eliminación en la orina, no pudiéndose filtrar en los riñones, debido al alto peso molecular del complejo.

La hormona del crecimiento presenta dos formas de acción: directa e indirecta. En su acción directa, la hormona actúa sobre sus receptores de membrana específicos en todas las células susceptibles de crecer mientras que en su acción indirecta, la más importante, lo hace mediante los IGF (Factores de Crecimiento Insulínicos) producidos principalmente por los hepatocitos que ocupan un lugar relevante en el metabolismo animal. La elevación de los niveles de GH puede producir aumento en el índice de crecimiento muscular del cuerpo así como en la producción de leche y/o de lana mediante la interacción de diversos factores metabólicos (Álvarez Díaz, 1994).

La GH bien sea directa o indirectamente, estimula los procesos anabólicos, la división (mitosis) y el crecimiento celular, la osteogénesis (huesos) y condrogénesis (cartílagos) que deciden el crecimiento del esqueleto, estimula la síntesis de proteínas (actividad promotora del crecimiento) por lo que determina un balance nitrogenado positivo, incrementa la oxidación de las grasas (actividad lipolítica) que caracteriza la talla del individuo en crecimiento e inhibe el transporte de glucosa hacia el interior de las células (efecto diabetógeno). Este efecto diabetógeno explica el porque para crecer es necesario que el animal posea un páncreas funcional capaz de que con su secreción de insulina, amortigüe la hiperglicemia.

La GH o Somatotropina incrementa tanto el tejido óseo como los tejidos blandos del cuerpo. Los efectos anabolizantes de la GH ocurren en tejidos tan variados como huesos, cartílagos, músculos, hígado y una serie de vísceras (corazón, pulmones, riñones, intestinos) y glándulas (páncreas, adrenales). Solo el crecimiento del sistema nervioso central y el de otros

pocos tejidos parecen ser independientes de la GH (Baldwin y Middleton, 1987).

La secreción de los IGF, estimulada por la GH en todos los tejidos pero con particular importancia en los hepatocitos (hígado), depende en gran medida del estado de nutrición del organismo, así, en situaciones de desnutrición, aunque sean normales los niveles de GH, los niveles en plasma de IGF son muy bajos. Estas concentraciones se ven afectadas también, por las hormonas tiroideas y más especialmente por las hormonas sexuales, que parecen desempeñar un papel importante con su aumento durante la pubertad que se traduce un efecto positivo del desarrollo o crecimiento somático en esta etapa de la vida (Baldwin y Middleton, 1987). Las funciones estimulantes del sistema GH-IGF sobre el desarrollo corporal se manifiestan mediante los siguientes efectos:

1- Efecto sobre el crecimiento somático que se desarrolla fundamentalmente a partir del crecimiento óseo. En cartílagos y huesos la GH incrementa la incorporación de SO_4^{2-} en los proteoglicanos, la incorporación de timidina en el ADN del condrocito y la conversión de prolina en hidroxiprolina en el colágeno.

El crecimiento longitudinal de los huesos se detiene gracias al aumento de esteroides sexuales que se da en la pubertad. Este efecto se presenta debido a que dichas hormonas sexuales (cuya acción es más notoria en los estrógenos que en los andrógenos) bloquean la proliferación del cartílago (los huesos no crecen a lo largo pero pueden seguir ensanchándose). En la hembra, al ser más precoz a los efectos de desarrollo sexual (pubertad), inicia más temprano el crecimiento pero también se detiene más temprano, lo

que constituye una característica de dimorfismo sexual, al ser menores en talla y menos robustas que los machos (Álvarez Díaz, 1994)

Datos recientes demuestran que la GH es capaz de estimular en forma directa al tejido cartilaginoso en crecimiento (condrogénesis), Así, la GH podría estimular localmente la síntesis de IGF-I que potenciaría al elaborado por los hepatocitos y este factor de crecimiento junto con la GH actuarían estimulando el proceso de la osificación endocondral (Álvarez Díaz, 1994).

También la hormona del crecimiento estimula a nivel de los osteoblastos la síntesis local de IGF-1 que a su vez ejerce un efecto biológico de retroalimentación positiva sobre estas células estimulando su proliferación y diferenciación. Los osteoblastos sintetizan una matriz rica en colágeno y proteoglicanos, en la que se depositan los cristales de hidroxapatita mineralizándose de esta forma el hueso adquiriendo las propiedades características que le permiten ser el tejido de sostén del cuerpo contra la gravedad por lo que, en principio, la GH regularía el metabolismo óseo de una forma indirecta a través del IGH-1 (Álvarez Díaz, 1994).

2.- Efectos metabólicos. En su acción directa, la hormona del crecimiento moviliza los ácidos grasos del tejido adiposo (lipólisis) para la obtención de fuentes adicionales de energía. En el tejido adiposo disminuye la lipogénesis basal si se está en balance energético positivo e incrementa la lipólisis basal en balance energético negativo (Bauman 1992). Todo lo anterior conduce a una elevación de la energía disponible para la producción de leche, mejorando además la eficiencia alimenticia para la producción (Bauman 1992, Bauman y Vernon 1993, Lanna y col 1995). Pese a lo anterior, no se han observado alteraciones de la composición proteica de la leche (Bauman

y Vernon 1993). La GH parecer desarrollar dos acciones contrarias sobre el metabolismo de los glúcidos ya que el efecto consecutivo a su administración aguda produce una disminución del nivel de glucosa en sangre (hipoglicemia) así como un descenso de los niveles en plasma de los ácidos grasos libres por un tiempo relativamente breve, una hora aproximadamente, que se compara con la acción similar a la insulina (IGF-1) para seguidamente desencadenar una acción completamente opuesta (hiperglicemia) (Remond y col 1991). El cuadro metabólico hiperglicemiante de la GH, también conocido como efecto diabetógeno, se manifiesta como resultado de la movilización de los depósitos de grasa (gluconeogénesis) y glucógeno (glucogénesis) hacia la formación de glucosa y la inhibición del sistema transportador de glucosa por la membrana celular (Bitman y col, 1990).

Otros efectos metabólicos que se han observado al utilizar somatotropina son el aumento de la gluconeogénesis hepática y la disminución en la actividad de la insulina para inhibirla (Prado y col 2003); la glucosa adicional es usada por la glándula mamaria como precursor de lactosa explicando el aumento en producción atribuido a la hormona.

Otros efectos metabólicos no asociados con la producción o la calidad de la leche han sido la reducción en la presentación de enfermedades metabólicas como hígado graso o cetosis (Bauman y Vernon 1993). Pese a ello, se ha descrito que el efecto de la somatotropina es insuficiente para lograr la prevención de casos de fiebre de leche pese a la inducción de una mayor movilización de calcio (Eppard y col 1996). Otros estudios han señalado que el uso de somatotropina indujo un mayor riesgo relativo para la presentación de problemas podales y necesidad de terapia antibiótica en casos de mastitis en vacas tratadas con 41,2 mg de somatotropina por día (Chalupa y col 1996).

3.- Efecto sobre el sistema inmunitario. En sentido general se ha comprobado que la GH ejerce un papel positivo sobre la respuesta inmunitaria y los órganos linfoides del organismo demostrándose que las células del timo presentan receptores para esta hormona. Se ha observado que en seres humanos con déficit de GH su administración terapéutica exógena aumenta la capacidad inmunitaria.

En estudios realizados en vacas y cabras con mastitis se ha demostrado un efecto beneficioso en la recuperación de estos animales con tratamientos cortos con GH. En las células hematopoyéticas la GH es considerablemente mitógena estimulando la proliferación de las células sanguíneas, respuesta lógica por la necesidad de los eritrocitos para el transporte de los gases respiratorios (oxígeno y bióxido de carbono) hacia y desde los tejidos (Nytes y col, 1990).

A nivel del riñón, la ausencia de GH provoca una disminución del índice de filtración glomerular, del flujo sanguíneo renal y de la secreción tubular por lo que compromete, en cierta medida, el funcionamiento renal. Bilby y col. (2006) aseguran que el tratamiento con somatotropina aumenta la concentración de hormona del crecimiento en la sangre y el factor de crecimiento de la insulina (IGF-I).

4.- Efecto sobre la lactación. Por su positivo efecto sobre la lactación, en que logra incrementar hasta un 10% la producción de leche, la GH bovina (bGH) es empleada por algunos productores. La inyección de la hormona del crecimiento bovino aumenta la producción de leche en vacas por un incremento en los sustratos alternativos de energía a la glándula mamaria. Así, la ausencia de niveles altos de glucosa en el plasma en las grandes

productoras de leche, es el reflejo del incremento en la utilización de la glucosa para la síntesis de leche (Bauman y Vernon, 1993).

Parece ser que en las vacas en lactación se puede inducir el desarrollo del tejido mamario con GH más fácilmente y con mayor regularidad que con la prolactina (PRL) además de sus efectos anabólicos en otras partes del cuerpo. Quizás la GH sea la hormona adenohipofisaria más relacionada con la lactación por acción propia y su sinergia con la PRL.

También se ha observado que aumentando las concentraciones de GH mediante la administración a largo plazo de GHRH (hormona liberadora de GH), se produce un aumento de la producción de leche (Dos Santos y col, 2001). La utilización de la somatotropina ha demostrado tener un efecto similar al que presenta la hormona natural sobre la producción de leche (Bauman 1992). En la glándula mamaria se produce un aumento de la síntesis láctea debido a una mayor captación de los nutrientes utilizados para su secreción y a un aumento en la actividad secretora de las células y la perfusión sanguínea (Bauman 1992, Bauman y Vernon 1993, Prado y col 2003).

No obstante, la magnitud del incremento en la producción como respuesta a la administración de somatotropina está influenciada por factores internos y externos, como son la temperatura ambiente, el manejo general del rebaño, el período de lactancia, el potencial genético y la cantidad de leche producida (Bauman 1992, Prado y col 2003). Se ha señalado que la producción de leche puede incrementarse hasta un 33% (Lanna y col 1995), habiéndose reportado valores más bajos que pueden fluctuar entre 10% (Etherton y Bauman 1998) y 25,3% (Thomas y col 1991), efecto que ha sido explicado por los fenómenos metabólicos descritos anteriormente. El incremento es

gradual durante los primeros días, alcanzando la máxima producción una semana después; pero si el tratamiento se termina, la producción retorna a valores similares a los previos al tratamiento en un período de tiempo equivalente al que duró el uso de la hormona (Bauman y Vernon 1993).

Cuando la somatotropina es administrada durante la lactancia temprana durante el período comprendido entre el parto y el pico de la lactancia, la respuesta es mínima (Bines y Hart, 1982; Richard y col., 1985; Bauman, 1987). Esto ocurre por que las vacas en el inicio de la lactancia están generalmente en balance energético negativo y mantienen una alta concentración de somatotropina producida en forma endógena. La administración de somatotropina a vacas lecheras lactantes aumenta la producción y la eficiencia en la producción de leche.

Como se puede notar, la mayoría de los estudios se refieren a la utilidad práctica del uso de la somatotropina en la ganadería de leche, no se conoce el posible impacto a nivel de desarrollo músculo esquelético y desarrollo temprano de las terneras, que en condiciones fisiológicas normales es menor desarrollo en talla y peso; debido al efecto de los estrógenos, y que podría ser potenciado con la utilización de la somatotropina.

6. METODOLOGÍA

6.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

6.1.1 Hipótesis de trabajo

HA: El suministro de la somatotropina a hembras bovinas incrementa el peso y la talla en animales jóvenes.

Variable dependiente: El incremento de peso y talla

Variable independiente: suministro de la hormona somatotropina (GHB) bovina

6.1.2 Hipótesis nula

HO: El incremento de peso y talla en hembras bovinas jóvenes no está influenciado por el suministro de la hormona somatotropina (GHB)

6.1.3 Hipótesis estadística

H1: El suministro de la dosis completa de la hormona (GHB) tiene mayor incidencia que la aplicación de media dosis en el desarrollo de terneras.

Variable dependiente: la mayor ganancia de peso y talla.

Variable independiente: Aplicación de dosis completa y de media dosis.

6.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El trabajo de campo se realizará en una finca de clima templado sobre la costa del río Lengupá, en la vereda Palmichal, municipio de Campohermoso (Boyacá), pradizada en pasto braquiara (*Brachiaria decumbes*) y con una ganadería de cría de raza cebú con un sistema de cuidado tradicional en pastoreo a 20 kilómetros del casco urbano y a 140 kilómetros de la capital Tunja. Su ubicación corresponde a la latitud 5° 01'N, longitud 73° 06'O. La temperatura promedio es de 23° C. La altitud es de 1100 m.s.n.m.



Gráfico 1: Ubicación geográfica del área de estudio

Campohermoso es una región depende económicamente de la ganadería especialmente en los renglones de cría y levante de las razas cebú y cruces de ésta con otras razas de doble propósito. Existen aproximadamente 17.050 cabezas de ganado que producen 13.760 litros de leche al día. Los tipos de explotaciones ganaderas de la región son tradicionales, extensivos y poco tecnificados. Se realizan las actividades de manejo habituales, así como la

práctica de los ciclos de vacunación y desparasitación. Se ha venido incorporando paulatinamente la suplementación con sales minerales.

6.3 DISEÑO METODOLÓGICO

6.3.1 Diseño estadístico

El tipo de estudio realizado es experimental o de intervención, en donde los individuos seleccionados aleatoriamente han sido divididos igualmente al azar. Se analiza un factor o variable independiente (la administración de somatotropina), frente a una variable dependiente (aumento de talla y peso). Consiste en una evaluación de un programa de aceleramiento del desarrollo de las terneras cebú de 5 meses de edad. Se pretende comprobar la eficacia de la administración de la somatotropina en dicho programa.

6.3.2 Población de estudio

Bovinos hembra de 5 meses de edad. Los criterios de inclusión corresponden a estatus sanitario adecuado, ejemplares clínicamente sanos, con planes sanitarios correspondientes llevados a cabo, historial clínico normal, alimentación balanceada. Los criterios de exclusión son aquellos que no cumplen con los requisitos mencionados anteriormente.

6.3.3 Tamaño de la muestra

Se analizaron los datos provenientes de 6 terneras de la raza cebú con edad homogénea (5 meses). Para efectos del estudio se dividen en tres grupos de tratamiento (t0, con dos terneras; t1, con dos 2 terneras; y t2, con 2 terneras).

6.3.4 Intervención y seguimiento de las unidades experimentales

El día cero del experimento se realizará el pesaje y medición de las unidades experimentales, los cuales se registrarán en una tabla de datos. Una vez realizado esto, las unidades se distribuirán al azar en los tres grupos descritos:

- El t1 se realizará aplicando una dosis de somatotropina bovina (500 mg/15 días) durante 8 meses, lo que corresponde a la aplicación de 16 dosis de 1.4 ml (500 mg) de somatotropina bovina.
- El t2 se hará aplicando una dosis de somatotropina bovina (500 mg/30 días) durante 8 meses, lo que corresponde a la aplicación de 8 dosis de 1.4 ml (500 mg) de somatotropina bovina.
- El t0 corresponde al grupo control, por lo cual se mantendrá sin ser sometido al producto a evaluar.

Para el seguimiento se les hará control de talla y peso cada 15 días, utilizando como instrumento cinta medidora para ganado cebú. Los resultados de la cinta medidora inicialmente serán comparados con los de la báscula para obtener mayor precisión en el peso y corroborar la precisión de la cinta.

La aplicación de la somatotropina (Lactotropina® de Elanco®, complejo de somatotropina bovina zinc, suspensión inyectable, 500 mg en 1,4 ml) se realizó con jeringas estériles de 5 ml y agujas calibre 16, vía subcutánea en el pliegue de la cola (isquiorrectal) en los tratamientos t1 y t2.

6.3.5 Valoración de las variables de respuesta

La recolección de los datos se realizará a cada momento de la inspección del experimento (15 días), y se almacenarán en medios escritos y en tablas de Excel. Los datos se procesarán mediante el programa estadístico SPSS Statistics 17..

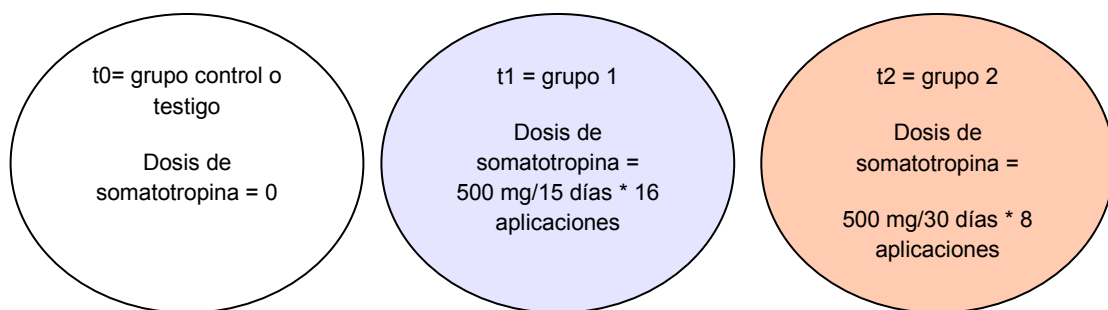


Gráfico 2: Distribución de los grupos experimentales

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 DESCRIPCIÓN DE DATOS: TABULACIÓN

El objetivo de la tabulación de los datos consistió en llevar a cabo el seguimiento de las variables dependientes medidas que consisten en:

- Peso
- Perímetro torácico
- Talla a punto de cruz
- Talla a punto de anca

Dichas variables dependientes se midieron en función de la aplicación de la variable independiente (somatotropina bovina), procedimiento descrito previamente. Se realizaron las mediciones y se registraron tomando como punto 0 o de partida la medición número 1, dado que a pesar que en ese día se inició el protocolo farmacológico; en ese mismo día no era esperado un cambio fisiológico, y por tanto los valores registrados corresponderían a un estado fisiológico previo homogéneo que no se corresponde con el planteamiento dado en este trabajo. A partir de la medición número 2 se pueden inferir cambios que eventualmente serían adjudicables al protocolo de tratamiento, sin embargo dicha aseveración se somete a prueba estadística más adelante.

Las tablas de registro se presentan a continuación:

	0		1		2	
Medición #	ceniza	canela	alemeiduna	lechera	topa	frontinegra
1	126	124	119	128	125	141
2	133	129	125	134	137	151
3	138	136	131	141	134	159
4	139	137	137	137	128	165
5	158	152	137	148	155	165
6	162	156	151	165	162	180
7	168	162	162	172	169	196
8	170	168	162	184	162	206
9	170	170	159	188	165	206
10	175	174	188	206	154	218
11	182	178	184	218	188	238
12	185	179	200	200	184	232
13	188	184	196	210	196	232
14	195	189	200	218	188	238
15	200	192	218	238	196	251
16	203	197	218	246	227	261

17	208	204	227	245	227	266
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabla 1: Registro control de peso

	0		1		2	
Medición #	ceniza	canela	alemeiduna	lechera	topa	frontinegra
1	116	114	113	116	115	123
2	118	116	115	118	116	124
3	120	118	117	119	118	125
4	123	121	119	120	119	127
5	124	124	119	122	124	127
6	124	126	123	127	126	131
7	128	128	125	129	126	135
8	129	130	126	132	127	137
9	130	131	126	133	128	137
10	131	132	132	136	132	140
11	132	133	133	137	132	143
12	134	133	135	137	133	143
13	134	133	136	138	133	144
14	135	134	136	140	135	144
15	135	136	140	140	135	147

16	135	137	140	144	141	149
17	137	137	142	146	142	150

Tabla 2: Registro control de perímetro torácico

	0		1		2	
Medición #	ceniza	canela	alemeiduna	lechera	topa	frontinegra
1	105	103	100	101	102	105
2	105	103	100	106	105	109
3	107	105	103	106	106	109
4	107	105	104	107	108	110
5	111	109	105	109	113	110
6	113	109	106	112	114	113
7	113	111	106	113	115	120
8	114	112	106	113	116	121
9	115	112	108	114	117	121
10	117	114	109	114	117	122
11	117	115	111	114	119	123
12	117	117	111	118	119	125
13	117	117	112	119	119	125
14	118	117	114	119	122	126

15	120	118	116	120	125	126
16	120	118	118	120	125	127
17	120	120	119	120	129	129

Tabla 3: registro control de talla a punto de cruz

	0		1		2	
Medición #	ceniza	canela	alemeiduna	lechera	topa	frontinegra
1	106	106	100	106	105	111
2	108	108	104	108	110	112
3	111	111	104	111	111	113
4	112	112	105	113	111	115
5	115	115	106	111	116	116
6	116	116	109	115	117	119
7	117	117	109	116	117	120
8	118	118	109	116	118	120
9	118	118	111	117	119	121
10	119	119	113	119	121	122
11	119	119	114	119	122	123
12	119	119	115	120	123	124
13	119	119	115	121	123	124

14	121	121	116	121	125	125
15	122	122	118	120	126	126
16	123	123	120	141	127	129
17	123	123	120	141	129	129

Tabla 4: Registro control de talla a punto de anca

7. 2 ANÁLISIS DE LOS DATOS.

El análisis de los datos se realizará a partir de dos criterios estadísticos. El primero se propone, mediante la observación de las medias aritméticas y cálculos estadísticos simples; evaluar la eficacia de la implementación de los diferentes tratamientos versus la no implementación de somatotropina como acelerador del crecimiento en las novillas de levante. Es decir, con el primer procedimiento se describirán los eventos relacionados con la aplicación de los protocolos, en su forma más simple. Con el segundo criterio, se busca la significancia estadística. Si hay significancia estadística para alguno de los tratamientos, entonces se entiende que se apartó de la tendencia de los demás descartando la hipótesis nula, lo cual no es otra cosa que resultar validado por el ANOVA. Por razones operativas, a la palabra tratamiento se le denominará tto de ahora en adelante.

7.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

La descripción de los datos se realizará para cada efecto esperado. De esta manera se pueden analizar los eventos ocurridos durante el experimento, al

realizar el seguimiento hecho con cada medición tras cada aplicación. Se espera poder establecer diferencias entre los patrones presentados al transcurrir el experimento. En este trabajo se analizará el efecto producido por la variable independiente (tratamiento) sobre las variables dependientes (peso, perímetro torácico, talla a la cruz, talla a la cola). Los datos

7.2.1.1 Variable peso

Los datos recolectados para la variable peso incluyen aquellos que se muestran en los anexos 1 a 3y 13 a 20. La variable peso no se comportó de una manera uniforme, obteniendo resultados distintos para cada tratamiento. Las diferencias se ponderan en la siguiente tabla y se ven en los gráficos que le siguen.

	tto0	tto1	tto2
Promedio de kilos ganados por aplicación	4,47058824	6,61764706	6,67647059
Kilos ganados al final del experimento	81	112,5	113,5
Rendimiento (%)	64,80	91,0931174	85,3

Tabla 5: Cuadro comparativo de los diferentes tratamientos.

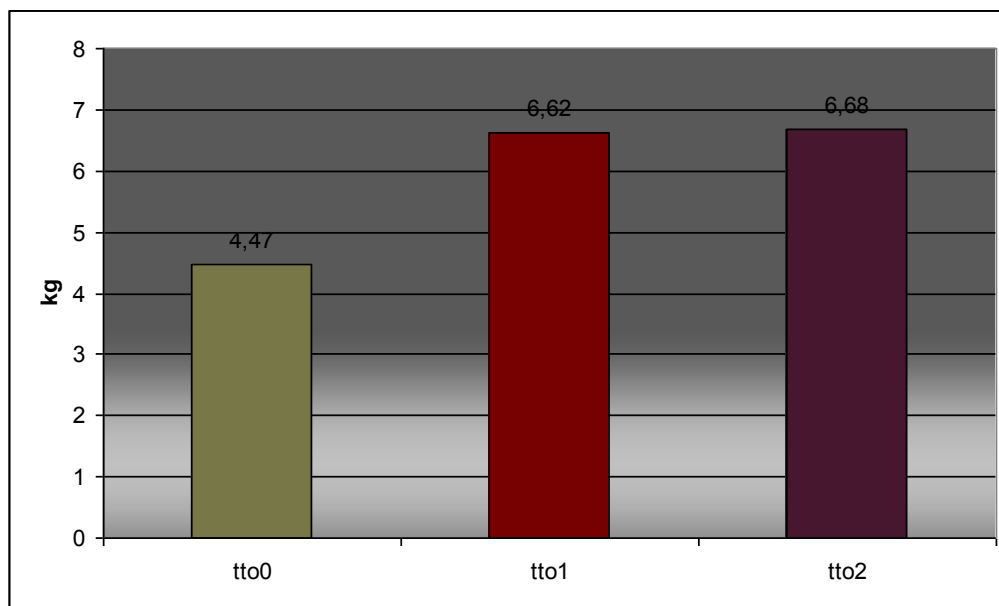


Gráfico 3: Promedio de kilos ganados por aplicación

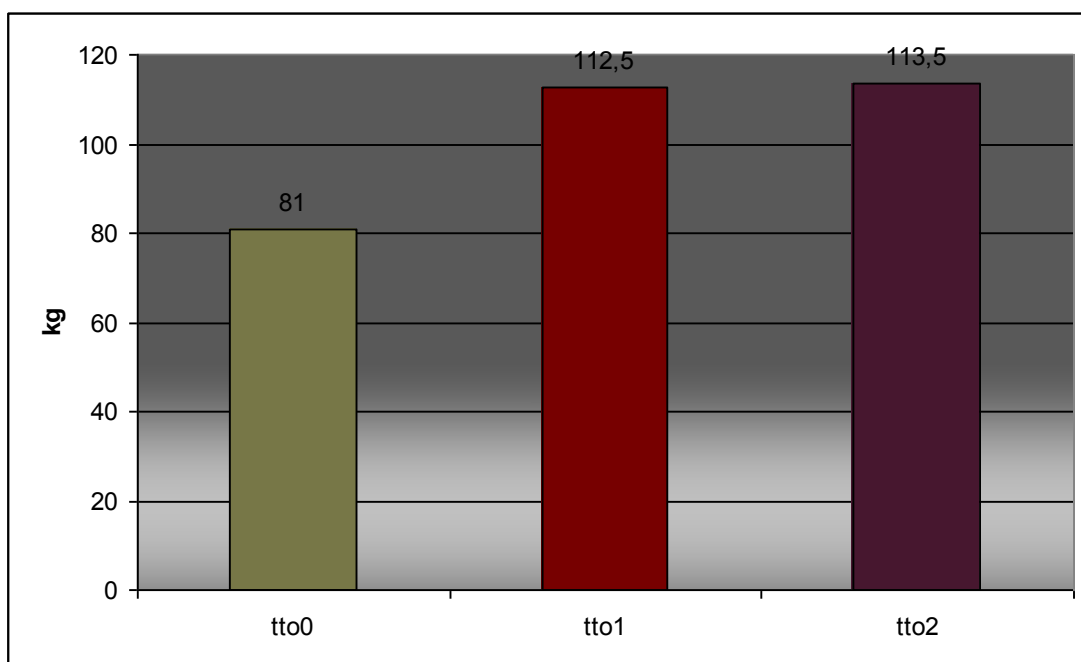


Gráfico 4: Kilogramos ganados al final del experimento

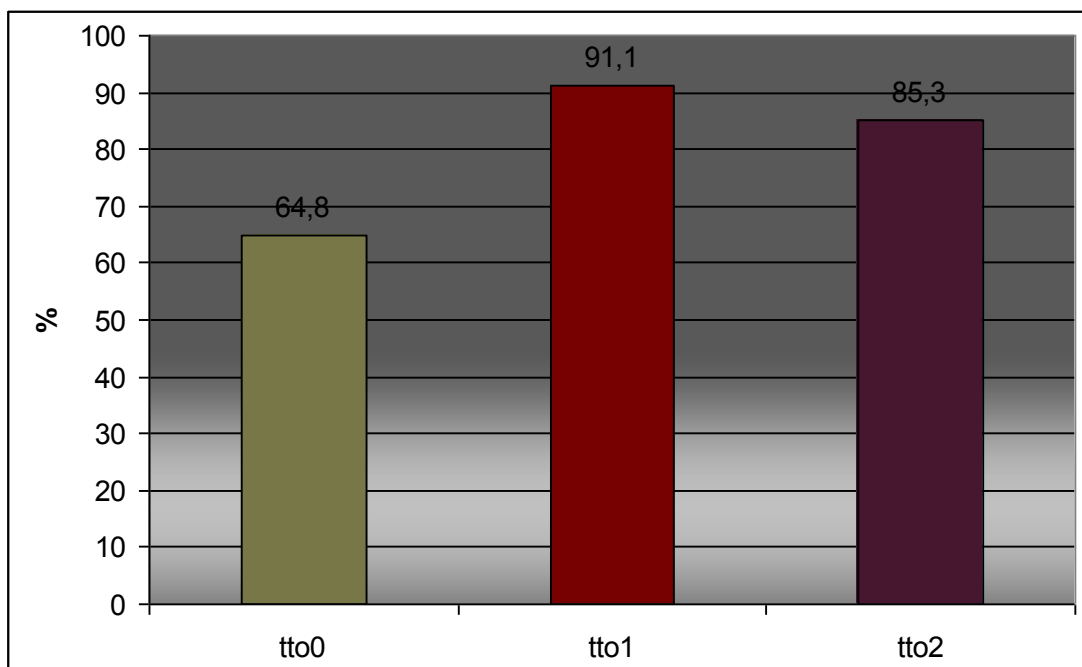


Gráfico 5: Rendimiento obtenido al final del experimento

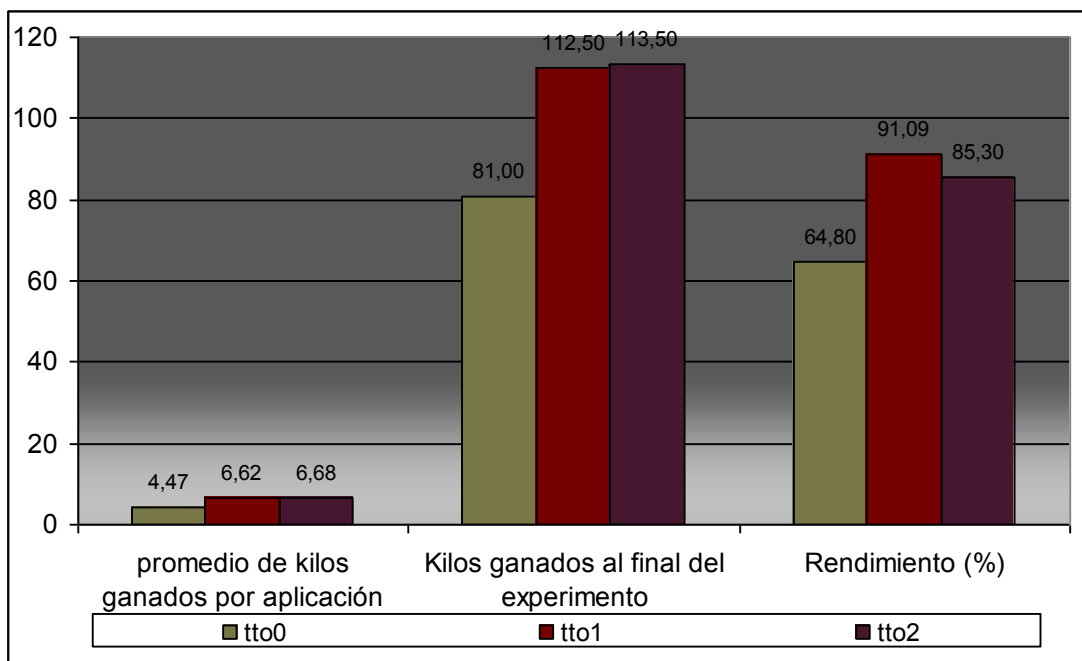


Gráfico 6: Distribución de los valores para la variable peso

Se observa que existe una diferencia amplia entre los ttos 1-2 y el tto0. Mientras tanto, entre el tratamiento 1 y 2 no se observa una diferencia tangible al observar las gráficas. Cabe señalar que el rendimiento, expresado en porcentaje es mayor para tto1 que para tto2. En cambio, los kilogramos totales y el promedio de kilogramos ganados tras cada aplicación son mayores para el tto3. La comparación del aumento de peso puede observarse en el anexo 19. Allí se muestra claramente la diferencia entre el tto0 y los ttos1 y 2, y la gran similitud en cuanto estos dos últimos. En el anexo 20 se puede percibir como fluctúan en forma de picos los ttos 1 y 2. En el tto2 incluso se puede observar su descenso hacia el campo negativo en las mediciones 12 y 14, contrastados por los grandes incrementos demostrados en las mediciones 11 y 16. Estos “picos” de productividad son los que en últimas marcan la diferencia en el peso final con respecto al tto0.

Resulta extraño, y por que no decirlo, ajeno a la predicción que se supuso, el hecho de que la aplicación de la somatotropina en cuanto a la evaluación del parámetro peso produzca un rendimiento bastante homogéneo, cuando se usa con el doble de frecuencia (tto1) que cuando se usa con una menor intensidad (tto2).

7.2.1.2 Variable perímetro torácico

Los datos recolectados para la variable perímetro torácico incluyen aquellos que se muestran en los anexos 4 a 6 y 21 a 28. La variable perímetro torácico, al igual que la variable peso tuvo un comportamiento irregular en cada tratamiento. Las diferencias se ponderan en la siguiente tabla y se ven en los gráficos que le siguen.

	tto0	tto1	tto2
Cm	22	29,5	27
Promedio de cm ganados por aplicación	1,32352941	1,73529412	1,64705882
Rendimiento (%)	19,1304348	25,7641921	22,6890756

Tabla 6: Cuadro comparativo de los diferentes tratamientos.

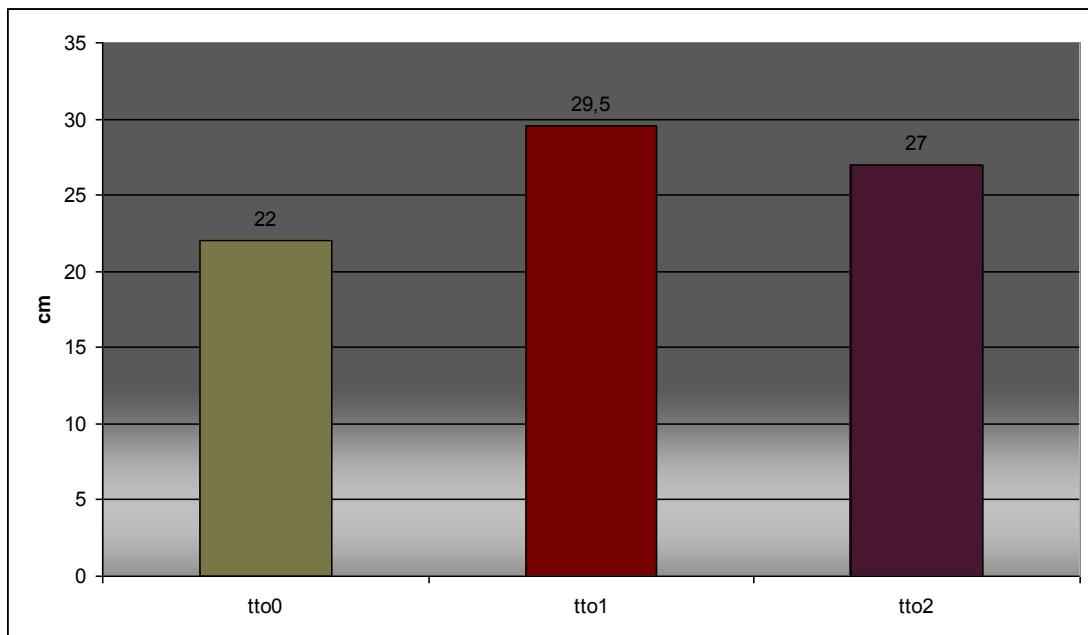


Gráfico 7: Centímetros ganados al final del experimento

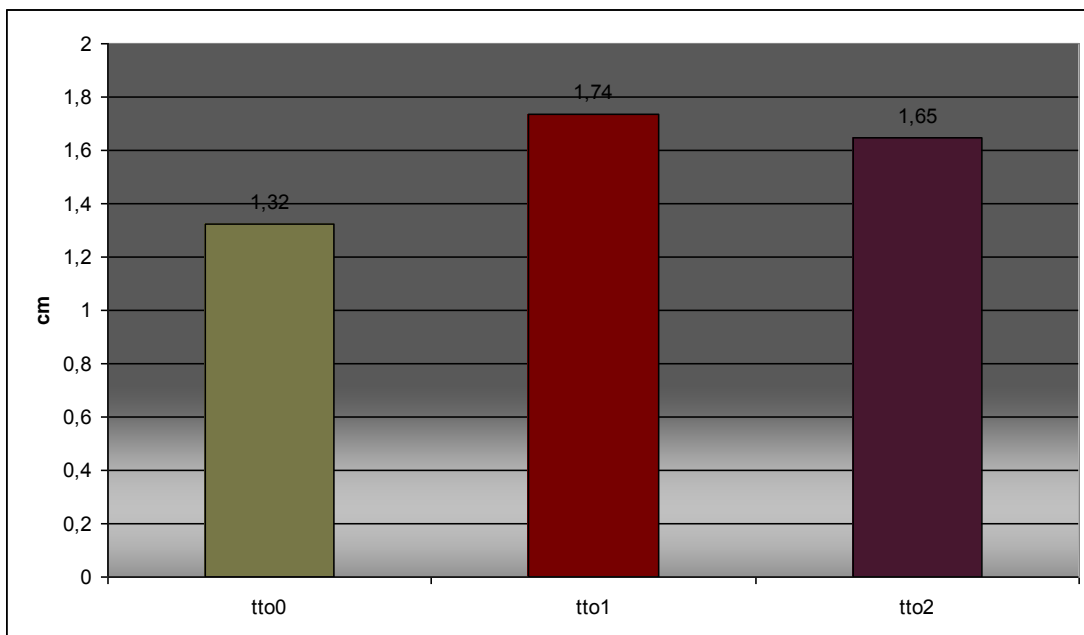


Gráfico 8: Promedio de centímetros ganados por aplicación

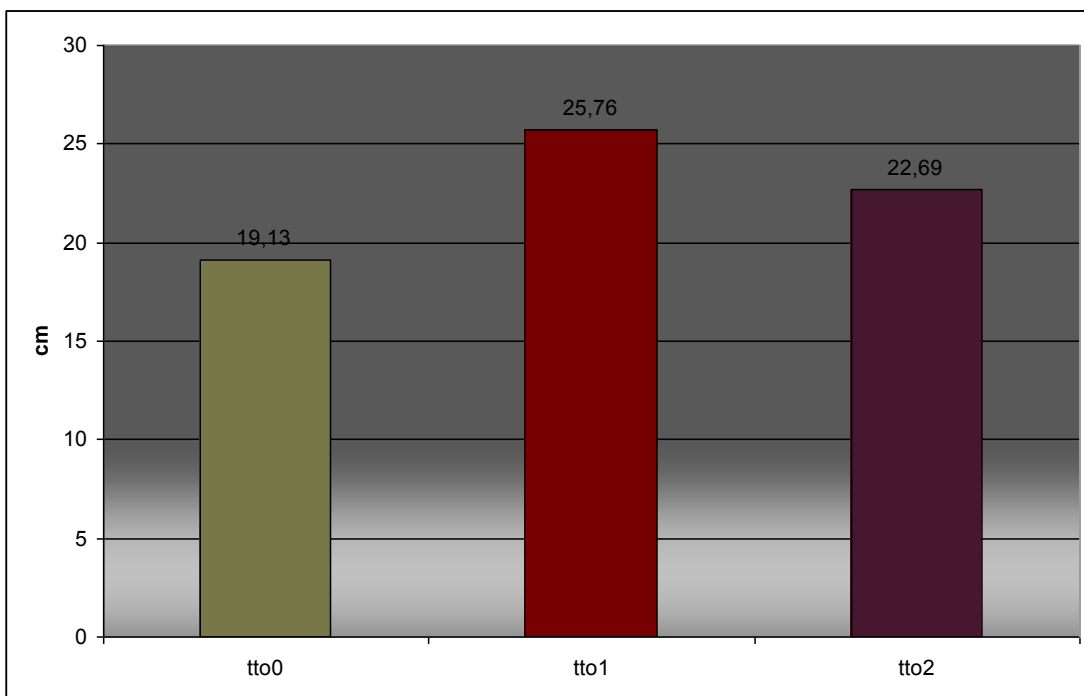


Gráfico 9: Rendimiento obtenido al final del experimento

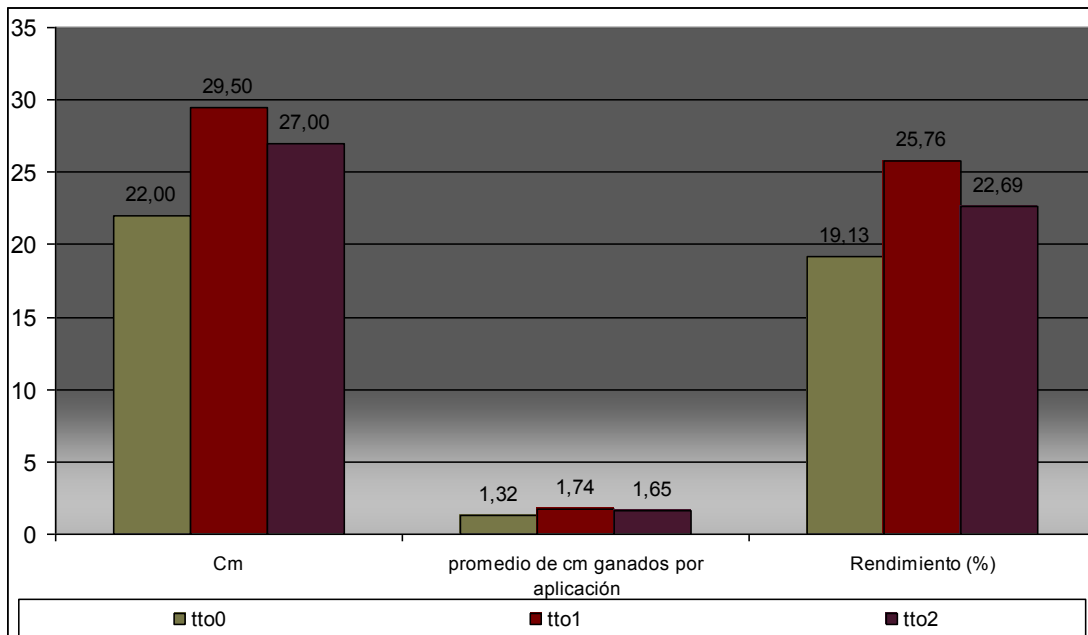


Gráfico 10: Distribución de los valores para la variable perímetro torácico

En cuanto a la ganancia de centímetros en el perímetro torácico, el tto1 mostró mayor eficacia, seguido de cerca por el tto2. De nuevo se observa que el tto0 se queda rezagado. La tendencia en cuanto a ganancia en PT, al calcular el promedio de cm ganados por cada aplicación y el rendimiento final (que se calcula como $[(\text{valor final} - \text{valor inicial}) * 100 / \text{valor inicial}]$), favorece al tto1, seguido muy de cerca por el tto2. El tto0 se mantiene por debajo en todos los valores.

El anexo 27 muestra como mientras tto1 y tto2 tienen una tendencia mayor al aumento, tto0 es menos activo y se queda rezagado. Esa tendencia se corrobora visualmente en el anexo 28, en el cual se muestra la diferenciación clara entre este último y los dos primeros. De nuevo se observan los “picos

productivos”, para los ttos 1 y 2, lo cual muestra que el aumento no es homogéneo, sino que se debe a una especie de arranques espontáneos de productividad. Mientras tanto tto0 fue más estable, mostrando una distribución más uniforme.

7.2.1.3 Variable talla cruz

Los datos recolectados para la variable talla cruz incluyen aquellos que se muestran en los anexos 7 a 9 y 29 a 36.

En esta ocasión, la variable talla cruz, tuvo un comportamiento en el cual se puede establecer claramente cierta distancia entre los valores de los tres tratamientos. La distribución de los valores se observa en la tabla y sus gráficas asociadas que se presentan a continuación.

	tto0	tto1	tto2
Cm	16	19	25,5
Promedio de cm ganados por aplicación	1	1,02941176	1,55882353
Rendimiento (%)	15,3846154	18,9054726	24,6376812

Tabla 7: Cuadro comparativo de los diferentes tratamientos.

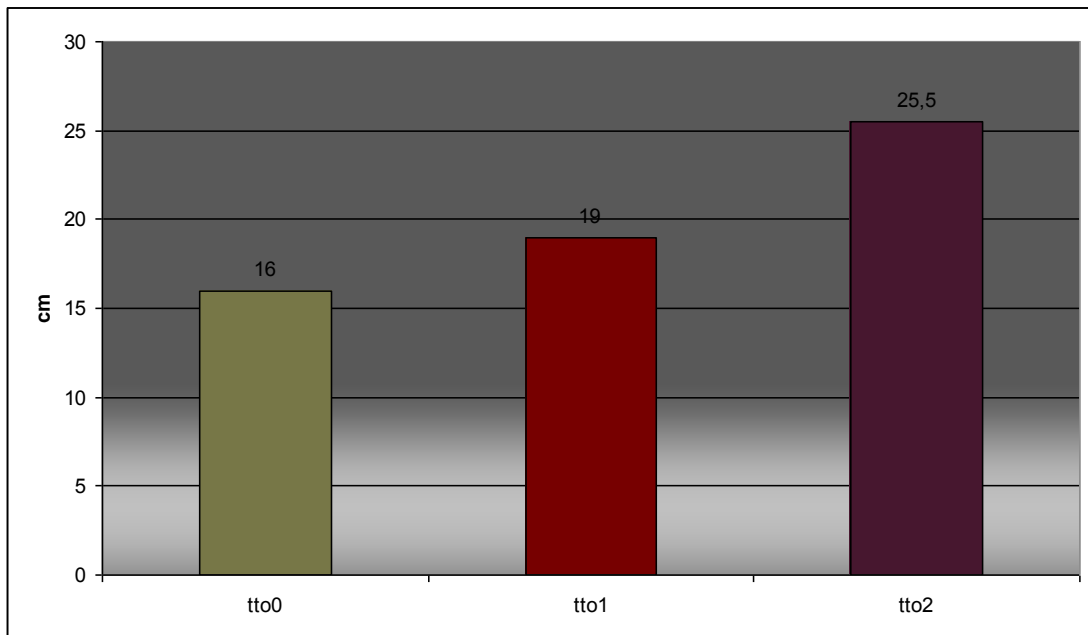


Gráfico 11: Centímetros ganados al final del experimento

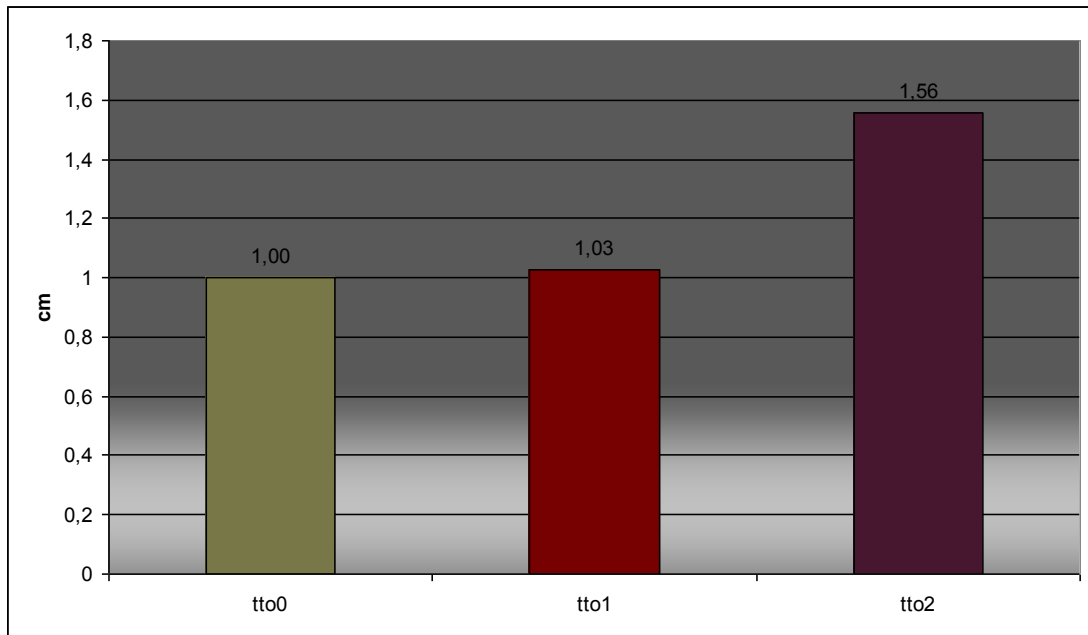


Gráfico 12: Promedio de centímetros ganados por aplicación

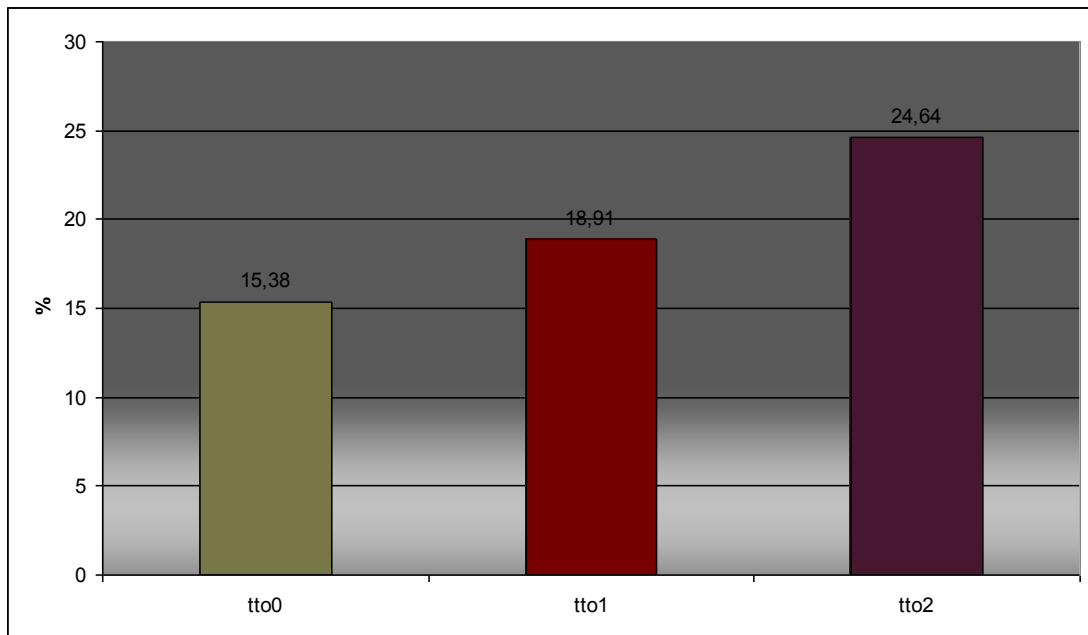


Gráfico 13: Rendimiento obtenido al final del experimento

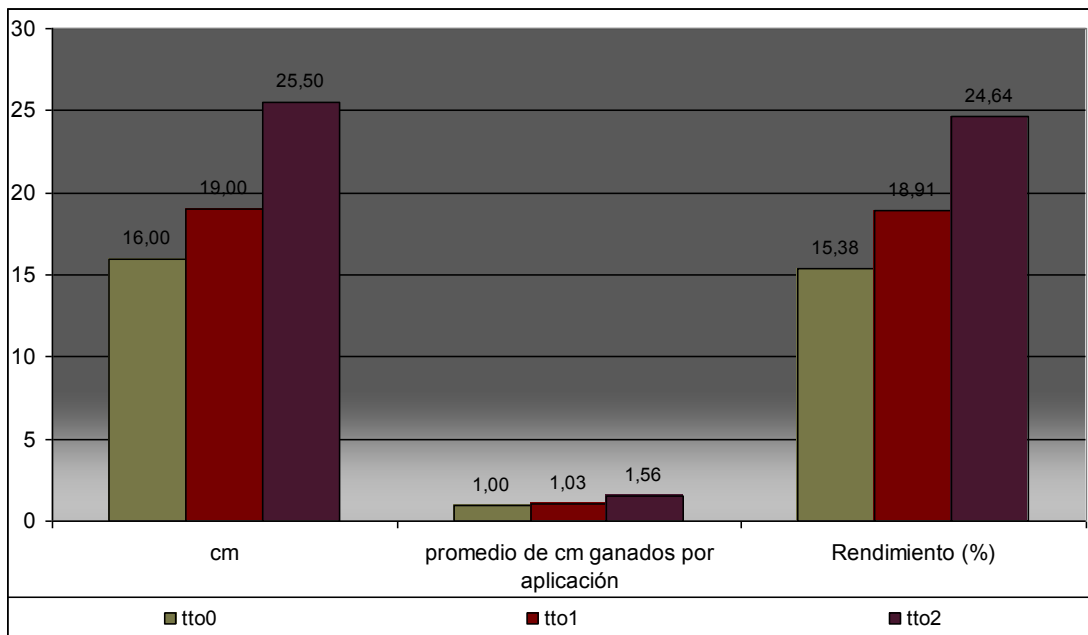


Gráfico 14: Distribución de los valores para la variable talla cruz

En cuanto los centímetros ganados al final del tratamiento, existe una diferencia entre los 3 tratamientos, tal como se puede observar en el gráfico 14. Se nota una cierta distancia entre cada uno de los tratamientos, y se puede inferir que el que mayor influencia tuvo fue el tratamiento 2. Sin embargo esta consideración debe ser probada estadísticamente, cuestión que se realizará más adelante. En cuanto a los promedios de cm ganados por aplicación, no hay prácticamente diferencia entre tto0 y tto1, mientras que tto2 saca un amplio margen de ventaja (alrededor del 50% más). En cuanto al rendimiento, se correlaciona con el escalonamiento mostrado en la ganancia de talla total, que se muestra a la derecha de la gráfica. En el anexo 35 se observa de manera gráfica como se elevan los valores de forma similar para tto0 y tto1, mientras que tto2 tiene un repunte importante. En el anexo 36 se observa las fluctuaciones que tuvieron los tratamientos en las diferentes mediciones, incluyendo a tto0, quien por primera vez muestra estos “picos” de una forma tan intensa.

7.2.1.4 Variable talla anca

Los datos recolectados para la variable talla anca incluyen aquellos que se muestran en los anexos 10 a 12 y 37 a 44. La variable talla anca no tiene un patrón fijo, pero al igual que las anteriores, el tto0 es el que siempre muestra menos valores. Las diferencias se ponderan en la siguiente tabla y se ven en los gráficos que le siguen.

	tto0	tto1	tto2
Cm	17	27,5	21
promedio de cm ganados por aplicación	1	1,08823529	1,23529412
Rendimiento (%)	16,0377358	26,6990291	19,4444444

Tabla 8: Cuadro comparativo de los diferentes tratamientos.

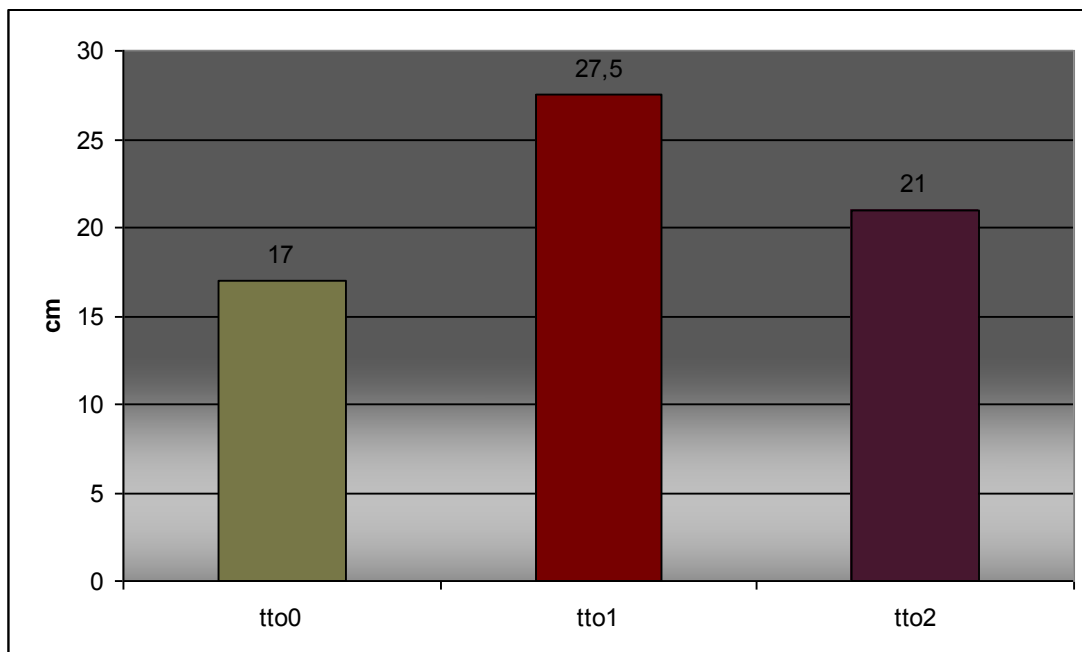


Gráfico 15: centímetros ganados al final del experimento

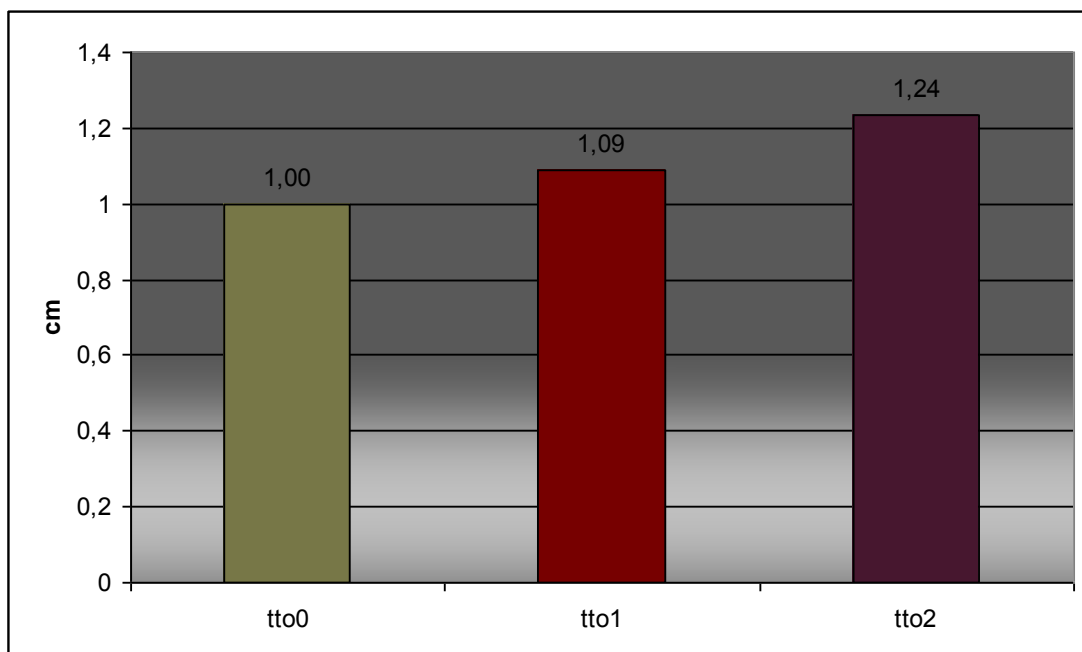


Gráfico 16: Promedio de centímetros ganados por aplicación

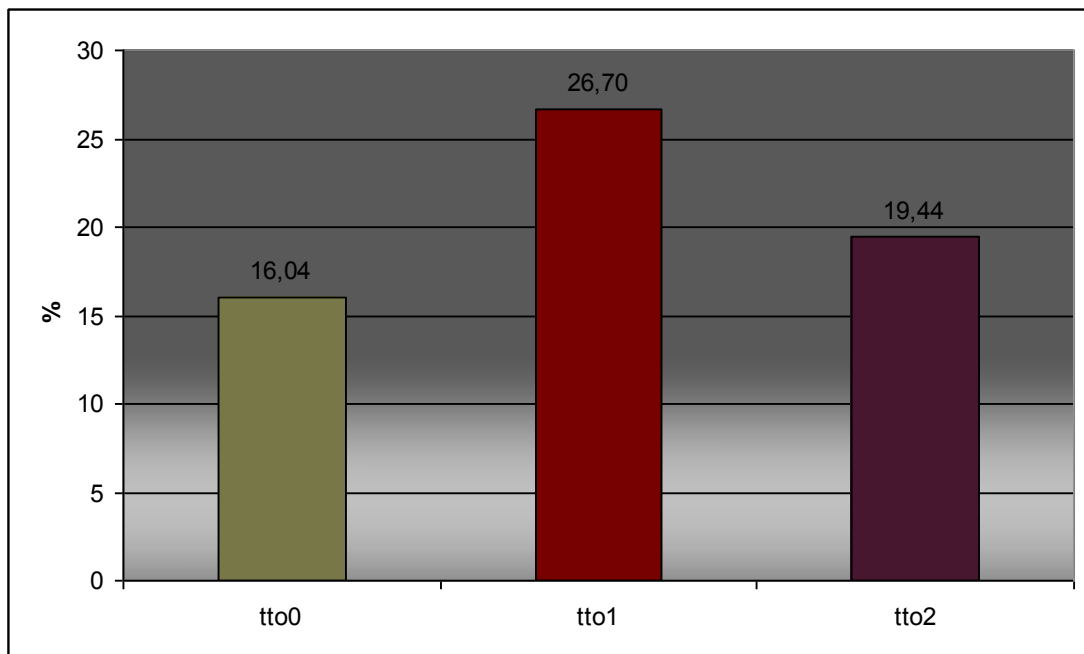


Gráfico 17: Rendimiento obtenido al final del experimento

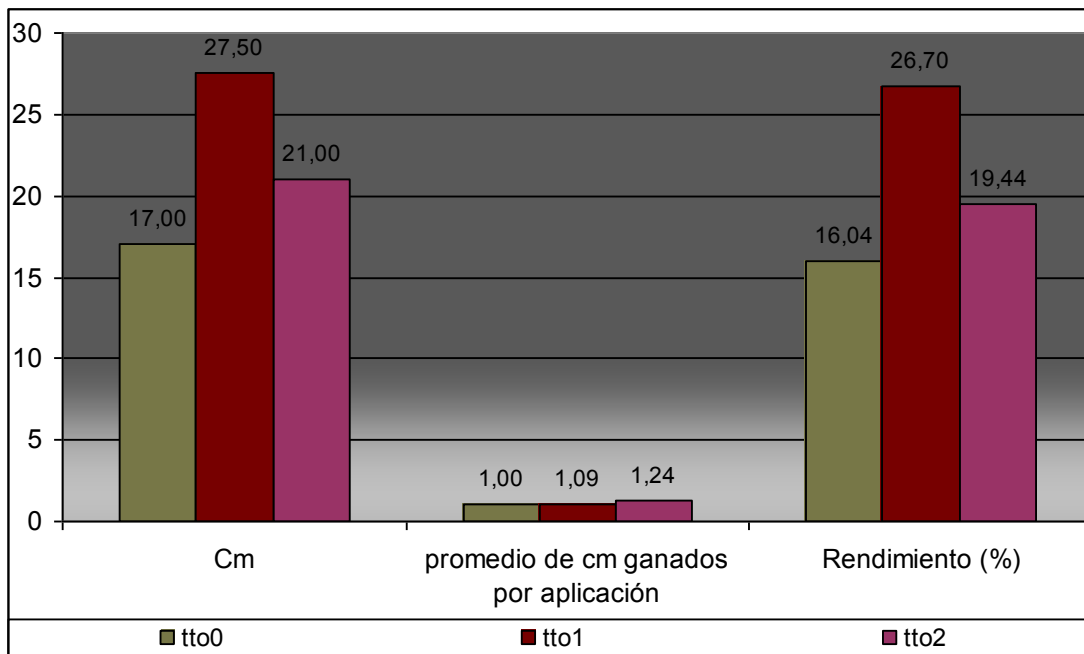


Gráfico 18: Distribución de los valores para la variable talla anca

A pesar de que tto2 obtuvo el mayor promedio de cm ganados por aplicación, el tto1 fue el que en últimas mayores ganancias de cm obtuvo, y por ende mayor rendimiento. Esto puede correlacionarse con “picos” de producción, en los cuales las terneras crecieron de forma ondulante, lo cual puede permitir grandes ganancias de talla en pequeños periodos de tiempo. Para mayor detalle, mirar los anexos, en ellos se puede observar la fluctuación de los valores.

El anexo 44 muestra la distribución ondulante de cada tratamiento. En esta gráfica se aprecia como cambian los valores, en la forma de “picos” ya señalada previamente. En el anexo 43 se observa el repunte final de tto1, el cual supera las demás curvas. Tto2 se comporta de manera homogénea, mientras tto0 en la última parte no aumenta de una forma considerable.

7.2.2 ANOVA

Se realizó ANOVA a las determinaciones, con el fin de establecer su nivel de significancia. Además de ello, se realizó la prueba de Mínima diferencia significativa de Tukey, con el fin de corregir la significancia estadística.

El ANOVA (del inglés Analysis of variance) es un tratamiento que se aplica a los tests estadísticos sobre más de dos grupos. Se realizó a través del programa estadístico SPSS Statistics 17.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
peso	Inter-grupos	3316,971	2	1658,485	1,535	,226
	Intra-grupos	51860,441	48	1080,426		
	Total	55177,412	50			
PT	Inter-grupos	151,265	2	75,632	1,072	,350
	Intra-grupos	3386,412	48	70,550		
	Total	3537,676	50			
TC	Inter-grupos	369,539	2	184,770	4,704	,014
	Intra-grupos	1885,588	48	39,283		
	Total	2255,127	50			
TA	Inter-grupos	204,539	2	102,270	2,575	,087
	Intra-grupos	1906,471	48	39,718		
	Total	2111,010	50			

Tabla 9: Tabla de ANOVA para el análisis de la información

Luego, los datos fueron sometidos al test de mínima diferencia de significancia de Tukey, o DMS de Tukey.

Comparaciones múltiples							
DMS							
Variable dependiente	(I) tto	(J) tto	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
peso	0	2,00	-10,61765	11,27426	,351	-33,2861	12,0508
		3,00	-19,73529	11,27426	,086	-42,4037	2,9331
	1	1,00	10,61765	11,27426	,351	-12,0508	33,2861

		3,00	-9,11765	11,27426	,423	-31,7861	13,5508
	2	1,00	19,73529	11,27426	,086	-2,9331	42,4037
		2,00	9,11765	11,27426	,423	-13,5508	31,7861
PT	0	2,00	-1,26471	2,88098	,663	-7,0573	4,5279
		3,00	-4,11765	2,88098	,159	-9,9102	1,6749
	1	1,00	1,26471	2,88098	,663	-4,5279	7,0573
		3,00	-2,85294	2,88098	,327	-8,6455	2,9397
	2	1,00	4,11765	2,88098	,159	-1,6749	9,9102
		2,00	2,85294	2,88098	,327	-2,9397	8,6455
TC	0	2,00	2,00000	2,14978	,357	-2,3224	6,3224
		3,00	-4,44118*	2,14978	,044	-8,7636	-,1188
	1	1,00	-2,00000	2,14978	,357	-6,3224	2,3224
		3,00	-6,44118*	2,14978	,024	-10,7636	-2,1188
	2	1,00	4,44118*	2,14978	,044	,1188	8,7636
		2,00	6,44118*	2,14978	,024	2,1188	10,7636
TA	0	2,00	2,02941	2,16165	,353	-2,3169	6,3757
		3,00	-2,85294	2,16165	,193	-7,1992	1,4933
	1	1,00	-2,02941	2,16165	,353	-6,3757	2,3169
		3,00	-4,88235*	2,16165	,028	-9,2286	-,5361
	2	1,00	2,85294	2,16165	,193	-1,4933	7,1992
		2,00	4,88235*	2,16165	,028	,5361	9,2286
*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.							

Tabla 10: Test DMS de Tukey.

La aplicación de esta prueba dio como resultado que no existe significancia estadística que pruebe o asocie la variable independiente tratamiento con el incremento de peso y talla de las terneras sometidas al estudio, puesto que la diferencia de medias es significativa cuando se encuentra al nivel o por debajo de 0.05, y los valores fueron siempre mayores a 0.05.

7.3 DISCUSIÓN

Dentro de los análisis estadísticos dispuestos, el diseño experimental completamente aleatorizado fue el escogido. Las muestras eran homogéneas y los factores o variables “extraños” (raza, edad, dieta, clima) eran comunes a todas las unidades muestrales, es decir, estaban expuestos al mismo ambiente. Ni la variación genética, la jerarquización y estructuras sociales, fueron tenidas en cuenta.

El error experimental fue reducido al llevar a cabo la tabulación de los datos hallados, los cuales fueron recolectados usando instrumentos que ofrecieron una precisión de medición aceptable. La variación de las unidades experimentales, como el caso de la variación genética, y la jerarquización, son factores externos que no pueden ser controlados. Igualmente, el clima jugó un papel importante en el desarrollo del trabajo de campo, puesto que afectó negativamente las curvas de producción, al presentarse un verano demasiado extenso y caluroso. Estos efectos combinados de factores extraños pudieron influir en las características del estudio, el cual se realizó in vivo, por lo tanto la manipulación de estos factores no son de la competencia de este estudio, razón suficiente para no considerarlos. Igualmente, para reducir el error experimental se emplearon unidades experimentales homogéneas, aleatorizadas, planteando un diseño experimental eficiente y sencillo.

La variable independiente (tratamiento) tenía tres categorías, t0, t1, y t2. Las variables dependientes (respuesta) fueron cuatro (peso, pt, tc, y ta). Al realizar las comparaciones pertinentes, se encuentra que hubo respuestas distintas a los tres tratamientos. Estas respuestas, a pesar de su grado de variabilidad, no resultaron ser estadísticamente significativas, por lo cual se asume que no hay diferencias entre aplicar cualquiera de los tratamientos.

Sin embargo, no debe rechazarse los resultados descritos previamente, los cuales demuestran que hay ciertas diferencias entre los tratamientos realizados con somatotropina y el grupo control o testigo. La hipótesis de trabajo se planteó basados en el argumento que asevera que el suministro de somatotropina a hembras bovinas incrementaría el peso y la talla en animales jóvenes. Se suponía igualmente que una frecuencia mayor de aplicación incrementaría dichos parámetros.

Algunos investigadores afirman que el consumo de materia seca se aumenta con la aplicación de somatotropina bovina (Holzer y col, 2000; Prado, 2003). Como la observación se realizaba cada 15 días, este pudo ser un factor limitante del aumento de peso y talla para las unidades muestrales tratadas, con respecto a las unidades muestrales que actuaron como testigo.

Igualmente, en el experimento llevado a cabo por Holzer (Holzer y col, 2000), este investigador demostró que en una edad joven, cuando el potencial de crecimiento natural es alto, el tratamiento con somatotropina exógena será eficiente solamente cuando exista una dieta que permita una alta ingesta de energía. El mayor efecto que encontró fue en la reducción de la grasa corporal, principalmente en los depósitos de grasa, mas no en la grasa

intramuscular, lo que favorecería la presencia de grasa intercalar y por tanto de carne magra.

Schlegel y col (2006) demostraron que al administrar somatotropina recombinante a hembras jóvenes era posible incrementar el crecimiento esquelético y el peso corporal, así como la efectividad en reducir la grasa. La carne de las vacas sacrificadas al final del experimento tenía una mayor composición proteica y de agua y una menor composición lipídica.

Esto hace llamativo el uso de Somatotropina recombinante bovina, ya que mejoraría la calidad de la carne producida. Por tanto, es importante realizar este tipo de experimentos vigilando la ingesta y modificando la dieta, con el fin de eliminar factores externos al objeto de estudio que puedan interferir con el análisis de la eficacia de la aplicación de la somatotropina.

No se hallaron estudios de referencia con los cuales hacer comparaciones para el ganado de carne, por lo tanto se considera que es importante seguir realizando investigaciones acerca de este protocolo, puesto que los datos preliminares demostraron que, a pesar de no ser estadísticamente significativos, los aumentos de producción en los tto1 y tto2 son claramente mayores al rendimiento que se obtuvo por parte del grupo control.

8. CONCLUSIONES

En cuanto al aumento de talla y peso, los ttos 1 y 2 difirieron del testigo (tto0); obteniendo mejores resultados con los ttos 1y 2 que con el 0. Esta situación es apreciable en la notable diferencia en cuanto a peso, tallas y perímetro torácico de los dos tratamientos versus el grupo testigo, donde los rendimientos y ganancias finales difieren bastante entre estos los grupos tratados y el grupo no tratado.

El tto2 no difirió del tto1, por tanto se considera que es más rentable, debido a la no apreciable diferencia, realizar los protocolos de tratamiento con dosis a menor frecuencia, pues la producción es prácticamente la misma así se doble la dosis. Esto se demuestra con las cifras reportadas, en donde para la variable peso el tto1 obtuvo un promedio de 6,61 Kg./aplicación, mientras que el 2 obtuvo 6,67 Kg./aplicación; los Kg. ganados al final de experimento fueron 112,5 y 113,5 y el rendimiento fue de 91,09% y 85,3% respectivamente. Si se compara estas cifras con las obtenidas para el grupo testigo (tto0), se muestran diferencias marcadas (un promedio de Kg. ganados por aplicación de 4, 47, 81 lg ganados al final del experimento, y un rendimiento de 64,80%). En cuanto a las demás variables, existe una situación bastante similar a la descrita.

Hay que realizar más estudios de este tipo con el fin de establecer una correlación directa entre la aplicación de la somatotropina bovina y el aumento de peso y talla del ganado bovino. En estos estudios idealmente se debe tener mayor control de factores externos como la suplementación de materia seca y la dosificación de la dieta ya que estos factores pueden alterar

el diseño del estudio. Al poder controlarlos, se pueden realizar afirmaciones mucho más objetivas acerca de cómo la somatotropina puede influir en el aumento de talla y peso de las novillas, independientemente de sus características genéticas, factor que no es controlable por los diseñadores del experimento.

9. RECOMENDACIONES

No se debe realizar la implementación de este tipo de protocolos a nivel de campo, pues su evaluación apenas se está realizando. Por tanto, se debe evaluar la posibilidad de la aparición de efectos no deseados conjuntos con la aplicación de la somatotropina, y la comprobación de obtener un producto inocuo y seguro para ofrecerlo al público de manera masiva. El no aplicar somatotropina indiscriminadamente hasta no tener certeza de sus efectos permite brindarle a la gente alimentos con calidad certificada.

Se recomienda vigilar el consumo de materia seca y la implementación de una dieta con alto contenido energético en las unidades muestrales sometidas a estudios experimentales similares al acá presentado, puesto que esto está relacionado con los hallazgos hechos por Holzer (Holzer y col, 2000), donde este tipo de insumos dietéticos son los que la novilla más necesitará. Por tanto se recomienda evaluar este tipo de experimentos controlando factores externos para evitar errores experimentales (dieta, consumo de materia seca, clima, hidratación).

Se recomienda realizar este tipo de experimentos utilizando más grupos experimentales o tratamientos en los que se incluyan con menores dosis de somatotropina, o dosis de somatotropina aplicada a mayores intervalos de

tiempo; diferentes tipos de dietas (con mayor energía, con mayor materia seca, con energía estándar, con materia seca estándar, etc.), con el fin de establecer los efectos de la dieta y la aplicación de la somatotropina simultáneamente.

10. BIBLIOGRAFÍA

Baldwin R. L. and S. C. Middleton. 1987. Biology of somatotropin action in cattle and swine. National invitational workshop on bovine somatotropin. Westport Plaza, St. Louis, Mo. 21:11.

Bauman DE. 1992. Bovine somatotropin: Review of an emerging animal technology. J Dairy Sci 75, 3432-3451.

Bauman DE, RG Vernon. 1993. Effects of exogenous bovine somatotropin on lactation. Annu Rev Nutr 13, 437-461

Bitman J, DL Wood, AM Lefcoufil. 1990. Rhythms in cholesterol, cholesteryl esters, free fatty acids, and triglycerides in blood of lactating dairy cows, milk secretion and mastitis laboratory livestock and poultry. J Dairy Sci 73, 948-955.

Chalupa W, B Vecchiarelli, DT Galligan, JD Ferguson, LS Baird, RW Hemken, RJ Harmon, CG Soderholm, ED Otterby, RJ Annexstad, JG Linn, WP Hansen, RJ Ehle, DL Palmquist, RG Eggert. 1996. Responses of dairy cows supplemented with somatotropin during weeks 5 through 43 of lactation. J Dairy Sci 79, 800-812.

Dos Santos RA, JC Teixeira, LR Abreu, JA Muniz, F Desresz. 2001. Efeito de diferentes doses de somatotropina bovina (Rbst) na produção e composição do leite. Ciênc Agrotec Lavras 25, 1435-1445.

Eppard PJ, JJ Veenhuizen, WJ Cole, PG Comens-Keller, GF Hartnell, RL Hintz, L Munyakazi, PK Olsson, RH Sorbet, TC White, CA Baile, RJ Collier, JP Goff, RL Horst. 1996. Effect of bovine somatotropin administered to periparturient dairy cows on the incidence of metabolic disease. J Dairy Sci 79, 2170-2218.

Etherton TD, DE Bauman. 1998. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. Physiol Rev 78, 745-761.

García y col, Fisiología veterinaria. McGraw-Hill-Interamericana, 1996, p 690.

Holzer Z, Y Aharoni, A Brosh, A Orlov, F Buonomo. 2000. The influence of recombinant bovine somatotropin on dietary energy level related growth of Holstein-Friesian bull calves. J Anim Sci 78, 621-628.

Kay Ian. Introduction to Animal Physiology. Bios Scientific Publisher Limited, 1998. p 70, 72.

Knapp, J. R., H. C. Freetly, B. L. Reis, C. C. Calvert, y R. L. Baldwin. 1992. Effects of somatotropin and substrates on patterns of liver metabolism in lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 75:1025.

Lanna DPD, KL Houseknecht, DM Harris, DE Bauman. 1995. Effect of somatotropin treatment on lipogenesis, lipolysis, and related cellular mechanisms in adipose tissue of lactating cows. *J Dairy Sci* 78, 1703-1712.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed., National Academy Press, Washington DC, USA.

Nytes AJ, DK Combs, GE Shook, RD Shaver. 1990. Response to recombinant bovine somatotropin in dairy cows with different genetic merit for milk production. *J. Dairy Sci.* 73, 784-791.

Oldenbroek JK, GJ Garssen, LJ Jonker, JID Wilkinson. 1993. Effects of treatment of dairy cows with recombinant bovine somatotropin over three or four lactations. *J Dairy Sci* 76, 453-467.

Prado I, WG Nascimento, JA Negrao, LP Rigolon, S De Souza, ML Doi Sakuno, GL Pessini. 2003. Recombinant bovine somatotropin (rBST) on hematologic aspects and metabolites of heifers (1/2 Nellore x 1/2 Red Angus) blood, in feedlot. *R Bras Zootec* 32, 465-472.

Remond B, M Cisse, A Ollier, Y Chilliard. 1991. Slow release somatotropin in dairy heifers and cows fed two levels of energy concentrate: Performance and body condition. *J Dairy Sci* 74, 1370-1381.

Thomas JW, RA Erdman, DM Galton, RC Lamb, MJ Arambel, JD Olson, KS Madsen, WA Samuels, CJ Peel, GA Green. 1991. Responses by lactating cows in commercial dairy herds to recombinant bovine somatotropin. J Dairy Sci 74, 945-964.

Wood, D.C., W. J. Salsgiver, T.R. Kasser, y G. W. Lange. 1989. Purification and Characterization of pituitary bovine somatrtropin. J. Biol. Chem. 264:14741.

INFOGRAFÍA

Álvarez Díaz, Armando, Fisiología del crecimiento, en <http://biblioteca.ihatuey.cu/links/veterinaria/fc.pdf>

ANEXO TABLAS

Anexo 1: Tabla 11 Aumento de peso para el tto0

Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganacia de Kg./medición
1	126	124	125	0
2	133	129	131	6
3	138	136	137	1
4	139	137	138	1
5	158	152	155	17
6	162	156	159	4
7	168	162	165	6
8	170	168	169	4
9	170	170	170	1
10	175	174	174,5	4,5
11	182	178	180	5,5
12	185	179	182	2
13	188	184	186	4
14	195	189	192	6
15	200	192	196	4
16	203	197	200	4
17	208	204	206	6

Anexo 2, Tabla 12: Aumento de peso para el tto1

Medición #	Ej 1	Ej 2	media	Ganacia de Kg./medición
1	119	128	123,5	0
2	125	134	129,5	6
3	131	141	136	6,5
4	137	137	137	1
5	137	148	142,5	5,5
6	151	165	158	15,5
7	162	172	167	9
8	162	184	173	6
9	159	188	173,5	0,5
10	188	206	197	23,5
11	184	218	201	4
12	200	200	200	-1
13	196	210	203	3
14	200	218	209	6
15	218	238	228	19
16	218	246	232	4
17	227	245	236	4

Anexo 3, Tabla13: Aumento de peso para el tto2

Medición #	Ej 1	Ej 2	media	Ganacia de Kg./medición
1	125	141	133	0
2	137	151	144	11
3	134	159	146,5	2,5
4	128	165	146,5	0
5	155	165	160	13,5
6	162	180	171	11
7	169	196	182,5	11,5
8	162	206	184	1,5
9	165	206	185,5	1,5
10	154	218	186	0,5
11	188	238	213	27
12	184	232	208	-5
13	196	232	214	6
14	188	238	213	-1
15	196	251	223,5	10,5
16	227	261	244	20,5
17	227	266	246,5	2,5

**Anexo 4, Tabla14: Aumento de cm en perímetro torácico para el
tto0**

Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	116	114	115	0
2	118	116	117	2
3	120	118	119	2
4	123	121	122	3
5	124	124	124	2
6	124	126	125	1
7	128	128	128	3
8	129	130	129,5	1,5
9	130	131	130,5	1
10	131	132	131,5	0,5
11	132	133	132,5	1
12	134	133	133,5	1
13	134	133	133,5	1
14	135	134	134,5	1
15	135	136	135,5	0,5
16	135	137	136	1
17	137	137	137	1

Anexo 5, Tabla 15: Aumento de cm en perímetro torácico para el tto1

Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	113	116	114,5	0
2	115	118	116,5	2
3	117	119	118	1,5
4	119	120	119,5	1,5
5	119	122	120,5	1
6	123	127	125	4,5
7	125	129	127	2
8	126	132	129	2
9	126	133	129,5	0,5
10	132	136	134	4,5
11	133	137	135	1
12	135	137	136	1
13	136	138	137	1
14	136	140	138	1
15	140	140	140	2
16	140	144	142	2
17	142	146	144	2

Anexo 6, Tabla 16: Aumento de cm en perímetro torácico para el tto2

Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	115	123	119	0
2	116	124	120	1
3	118	125	121,5	1,5
4	119	127	123	1,5
5	124	127	125,5	2,5
6	126	131	128,5	3
7	126	135	130,5	2
8	127	137	132	1,5
9	128	137	132,5	0,5
10	132	140	136	3,5
11	132	143	137,5	1,5
12	133	143	138	0,5
13	133	144	138,5	0,5
14	135	144	139,5	1
15	135	147	141	1,5
16	141	149	145	4
17	142	150	146	2

**Anexo 7, Tabla 17: Aumento de cm en talla a punto de cruz para el
tto0**

Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	105	103	104	0
2	105	103	104	0
3	107	105	106	2
4	107	105	106	0
5	111	109	110	4
6	113	109	111	1
7	113	111	112	1
8	114	112	113	1
9	115	112	113,5	0,5
10	117	114	115,5	2
11	117	115	116	0,5
12	117	117	117	1
13	117	117	117	1
14	118	117	117,5	0,5
15	120	118	119	1,5
16	120	118	119	0
17	120	120	120	1

**Anexo 8, Tabla 18: Aumento de cm en talla a punto de cruz para el
tto1**

Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	100	101	100,5	0
2	100	106	103	1,5
3	103	106	104,5	1
4	104	107	105,5	1
5	105	109	107	1,5
6	106	112	109	2
7	106	113	109,5	0,5
8	106	113	109,5	0
9	108	114	111	1,5
10	109	114	111,5	0,5
11	111	114	112,5	1
12	111	118	114,5	2
13	112	119	115,5	1
14	114	119	116,5	1
15	116	120	118	1,5
16	118	120	119	1
17	119	120	119,5	0,5

**Anexo 9, Tabla 19: Aumento de cm en talla a punto de cruz para el
tto2**

Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	102	105	103,5	0
2	105	109	107	3,5
3	106	109	107,5	0,5
4	108	110	109	2
5	113	110	111,5	2,5
6	114	113	113,5	2
7	115	120	117,5	4
8	116	121	118,5	1
9	117	121	119	0,5
10	117	122	119,5	0,5
11	119	123	121	1,5
12	119	125	122	1
13	119	125	122	0
14	122	126	124	2
15	125	126	125,5	1,5
16	125	127	126	1
17	129	129	129	3

Anexo 10, Tabla 20: Aumento de cm en talla anca para el tto0

Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	106	106	106	0
2	108	108	108	2
3	111	111	111	3
4	112	112	112	1
5	115	115	115	2
6	116	116	116	1
7	117	117	117	1
8	118	118	118	1
9	118	118	118	0
10	119	119	119	1
11	119	119	119	0
12	119	119	119	0
13	119	119	119	0
14	121	121	121	2
15	122	122	122	1
16	123	123	123	1
17	123	123	123	1

Anexo 11, Tabla 21: Aumento de cm en talla anca para el tto1

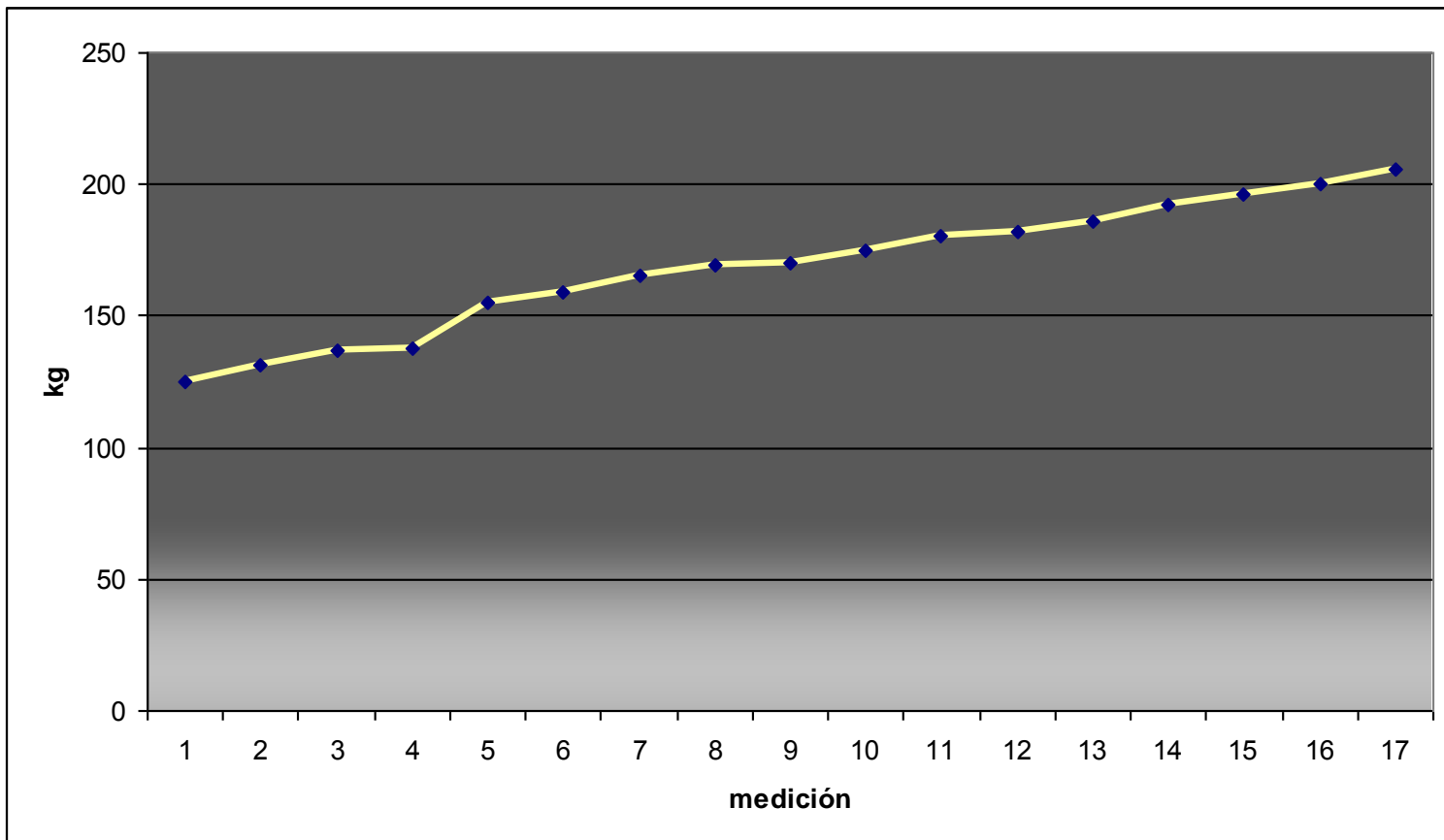
Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	106	106	106	0
2	108	108	108	2
3	111	111	111	3
4	112	112	112	1
5	115	115	115	2
6	116	116	116	1
7	117	117	117	1
8	118	118	118	1
9	118	118	118	0
10	119	119	119	1
11	119	119	119	0
12	119	119	119	0
13	119	119	119	0
14	121	121	121	2
15	122	122	122	1
16	123	123	123	1
17	123	123	123	1

Anexo 12, Tabla 22: Aumento de cm en talla anca para el tto2

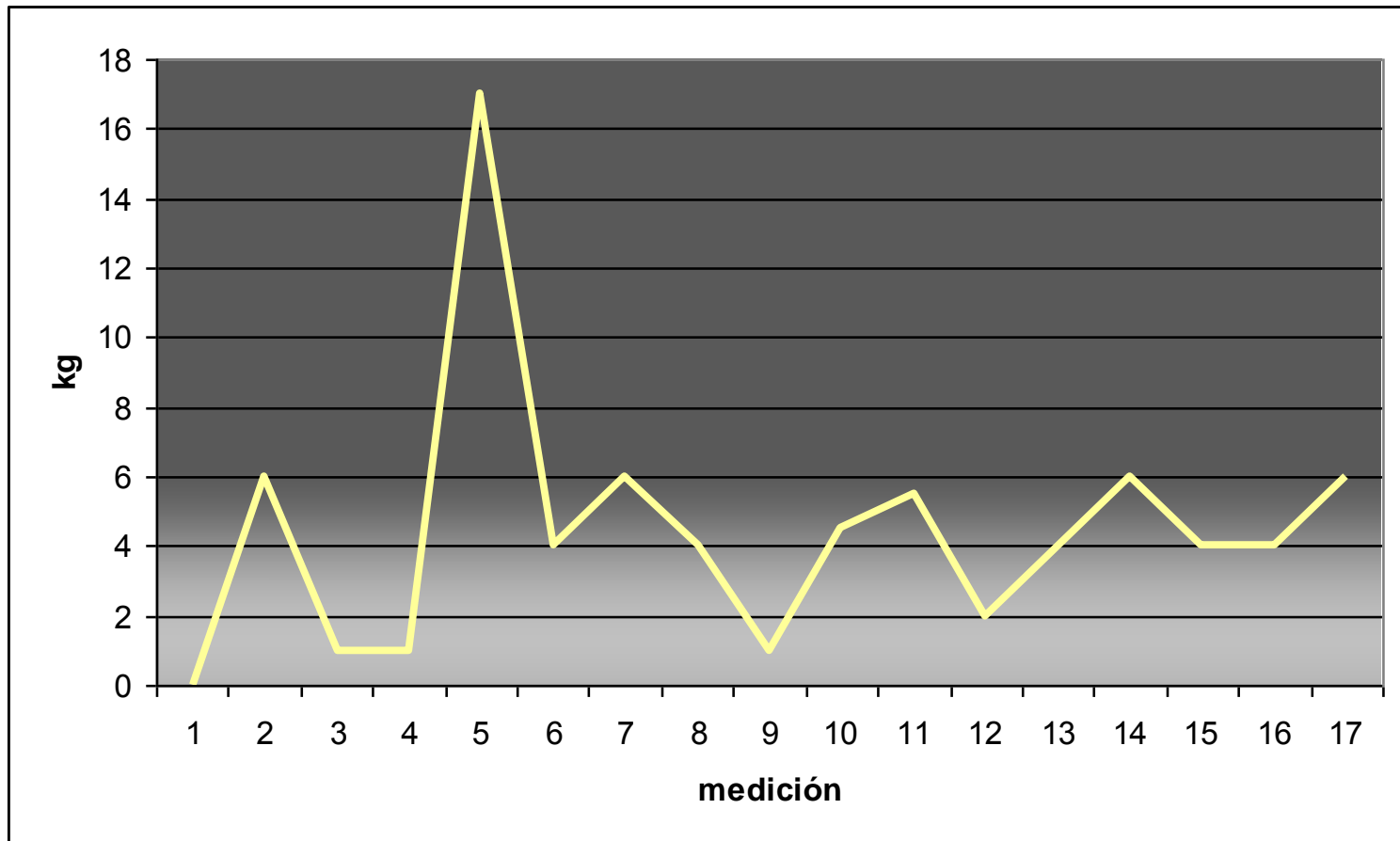
Medición #	Ej 1	Ej 2	Media	Ganancia de cm/medición
1	106	106	106	0
2	108	108	108	2
3	111	111	111	3
4	112	112	112	1
5	115	115	115	2
6	116	116	116	1
7	117	117	117	1
8	118	118	118	1
9	118	118	118	0
10	119	119	119	1
11	119	119	119	0
12	119	119	119	0
13	119	119	119	0
14	121	121	121	2
15	122	122	122	1
16	123	123	123	1
17	123	123	123	1

ANEXO GRÁFICOS

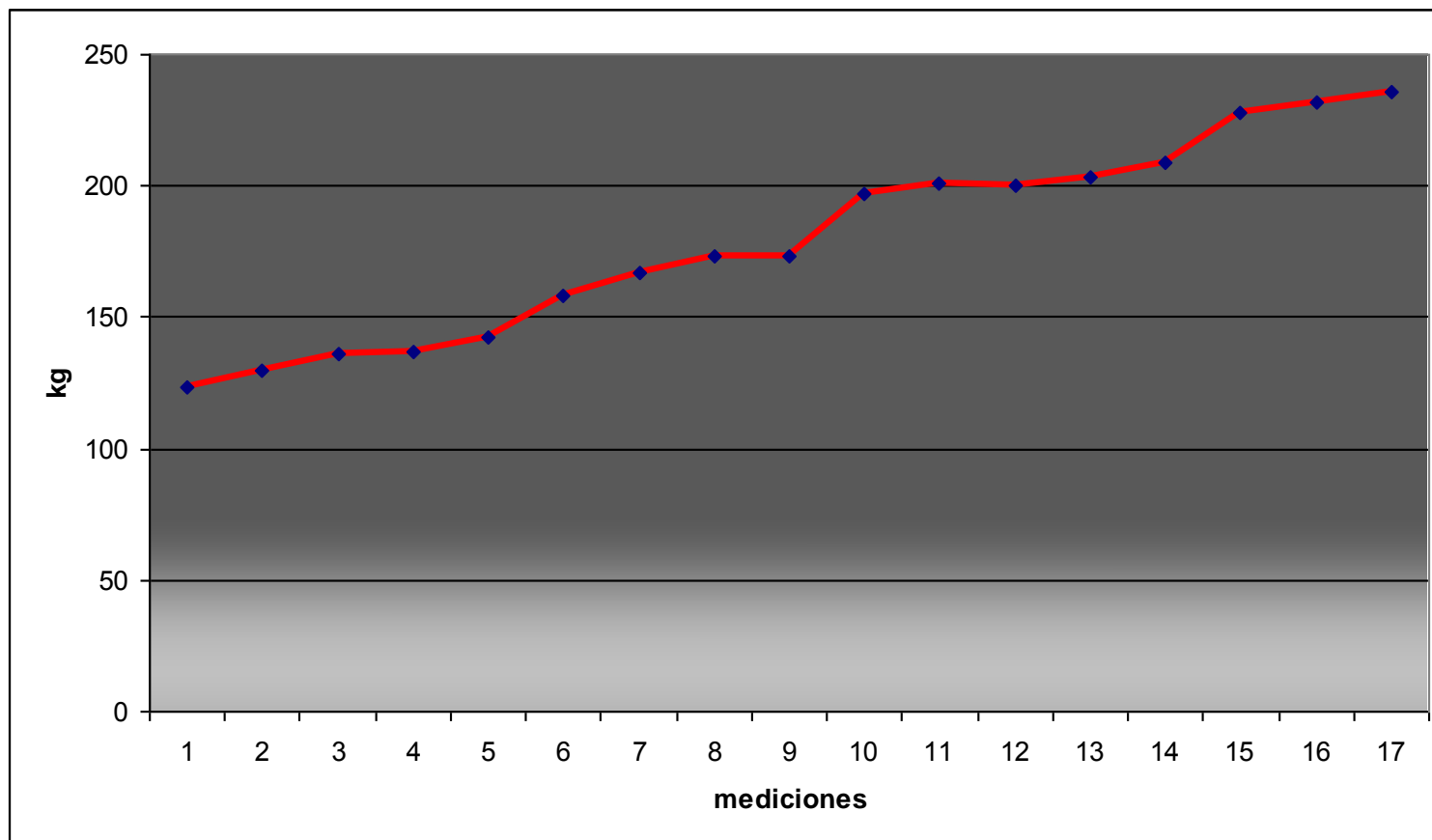
Anexo 13, Gráfico 19: Aumento de peso



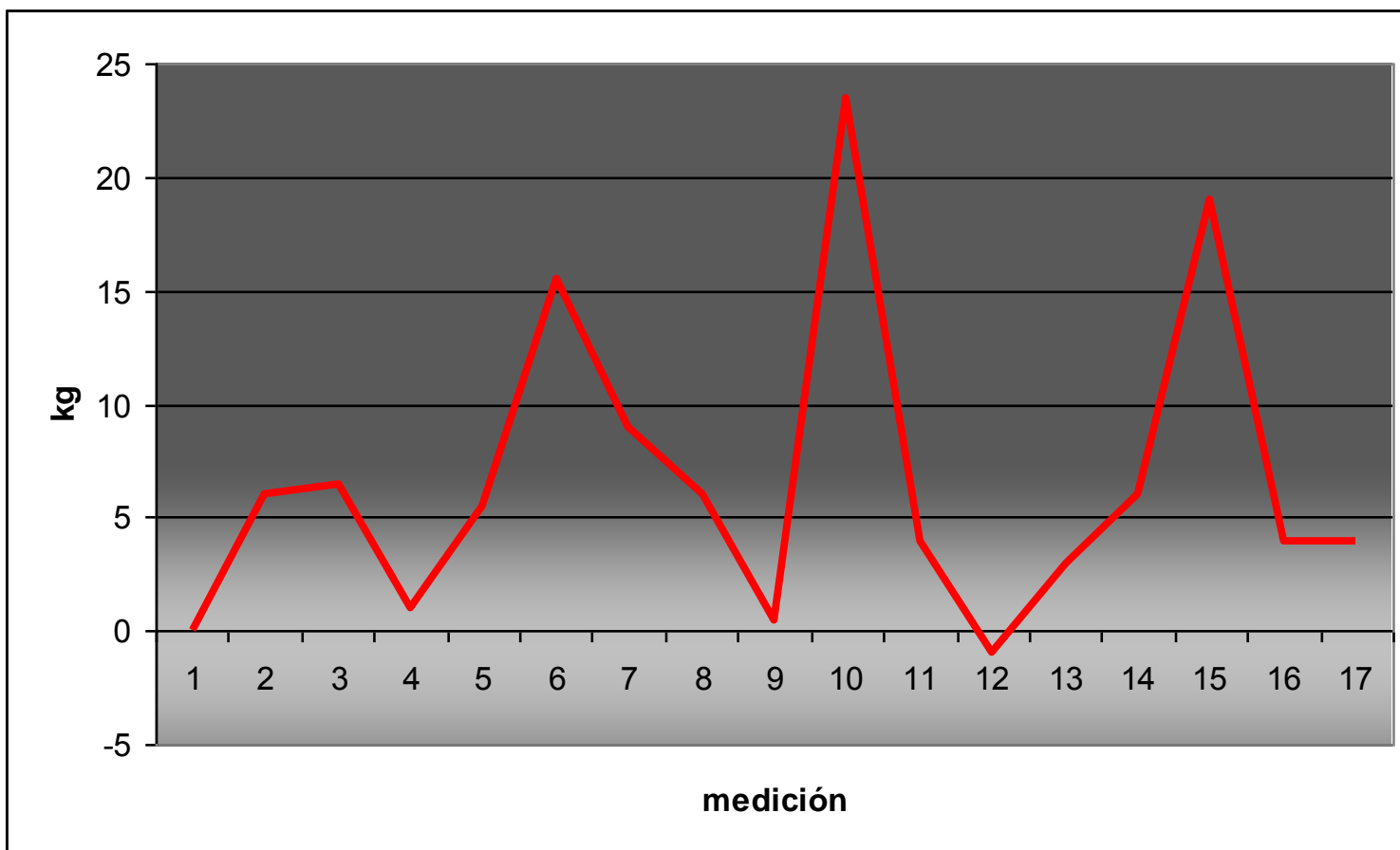
Anexo 14, Gráfico 20: Aumento de peso en Kg. observado tras cada medición en el tto0



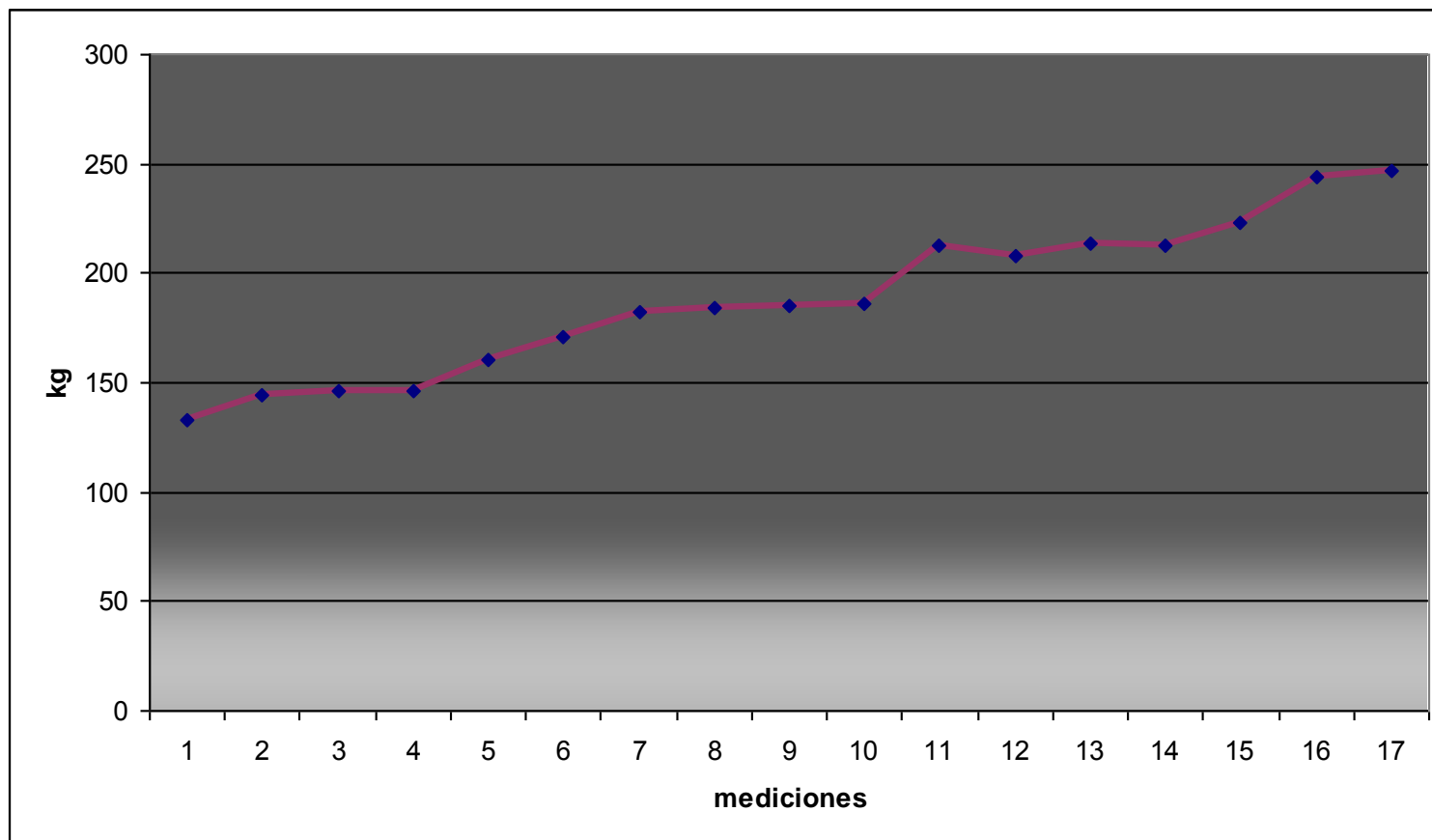
Anexo 15, Gráfico 21: Aumento de peso tto1



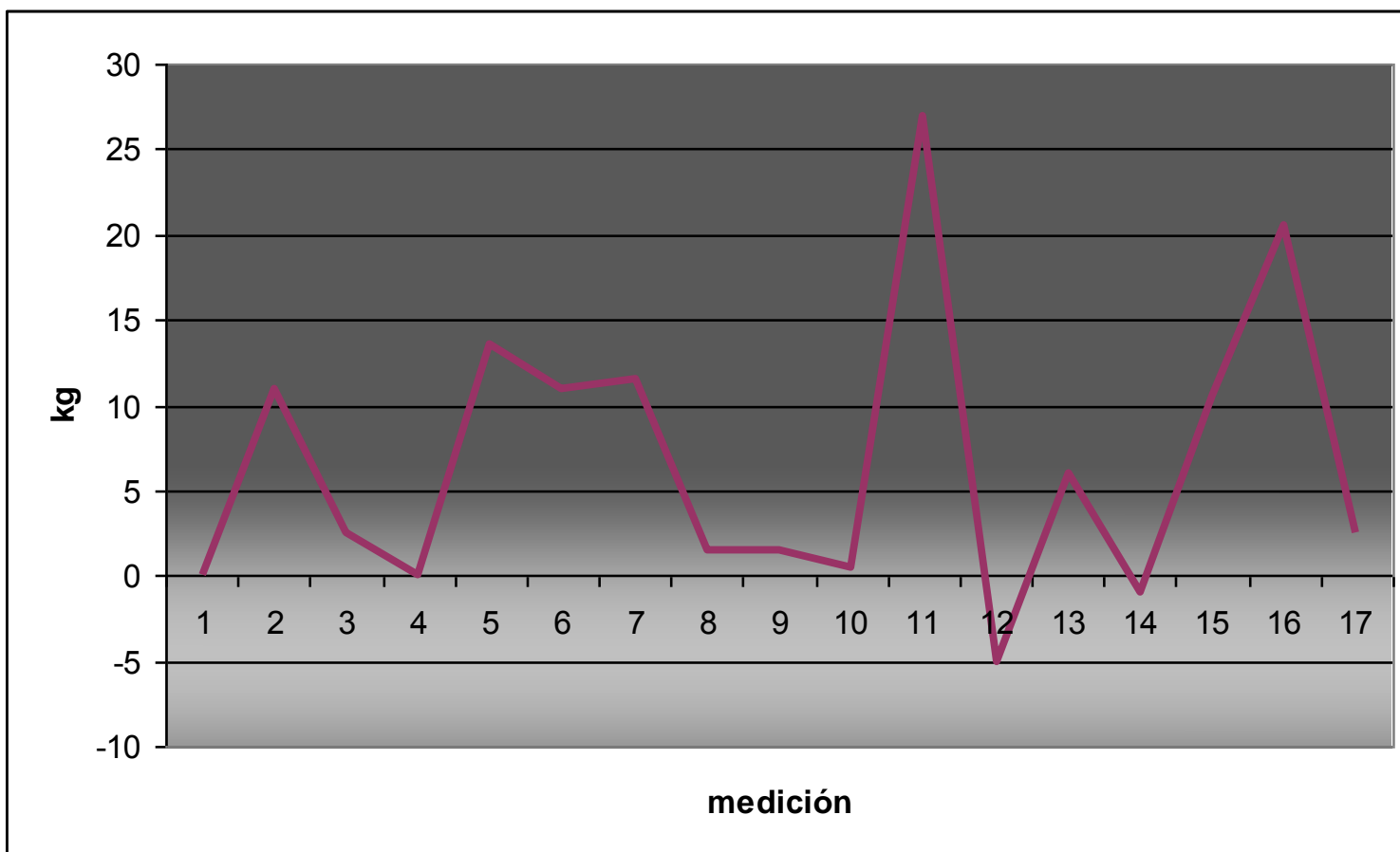
Anexo 16, Gráfico 22: Aumento de peso en Kg. observado tras cada medición en el tt01



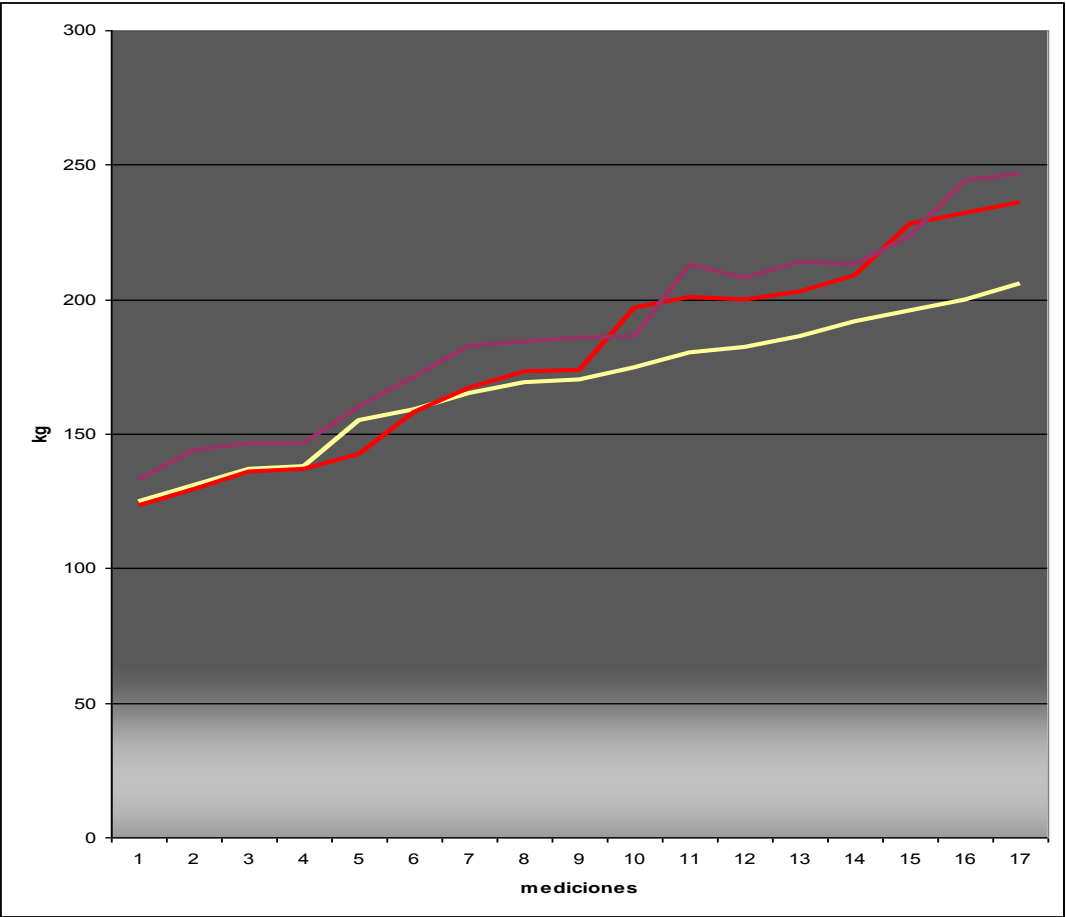
Anexo 17, Gráfico 23: Aumento de peso tto2



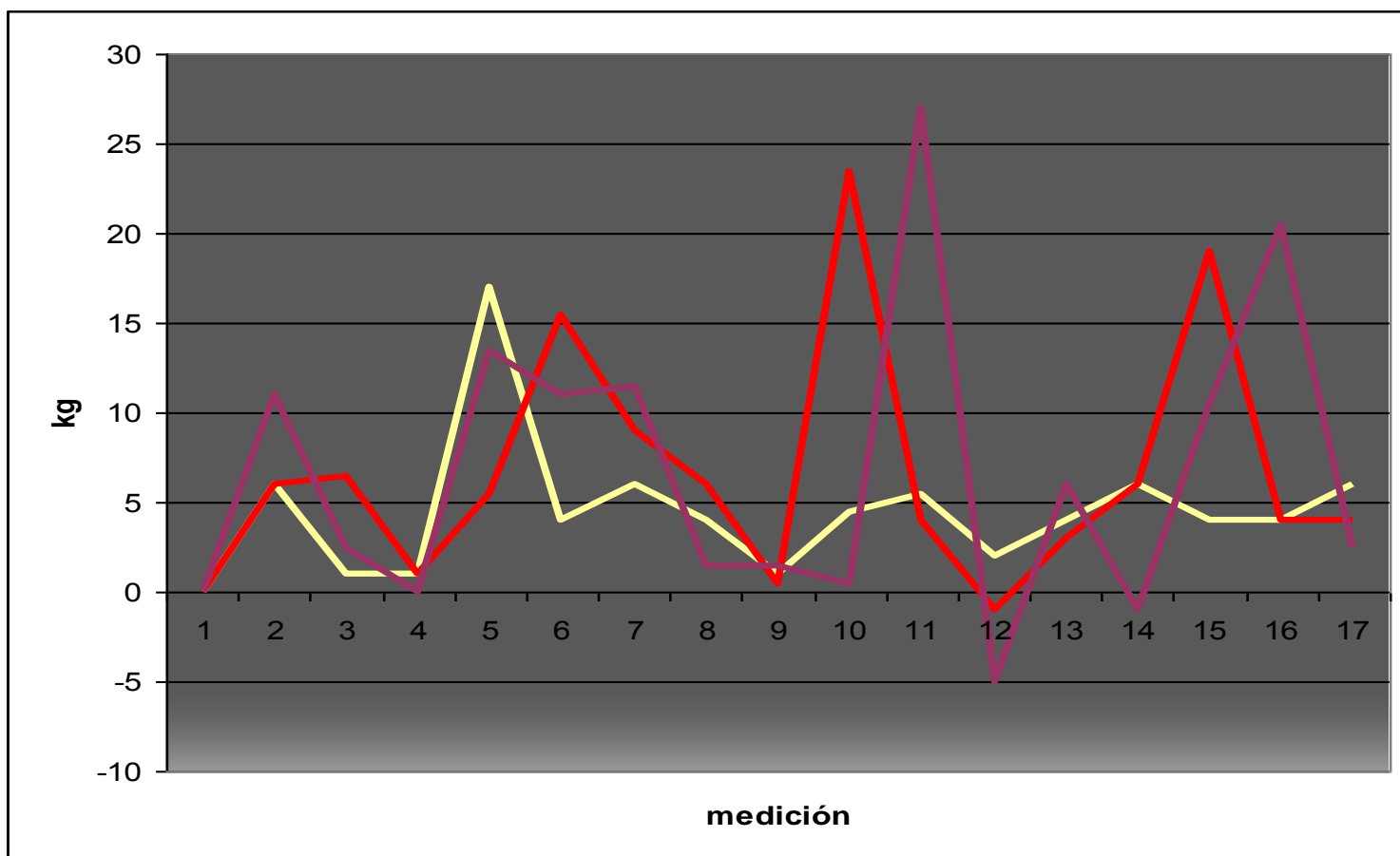
Anexo 18, Gráfico 24: Aumento de peso en Kg. observado tras cada medición en el tto2



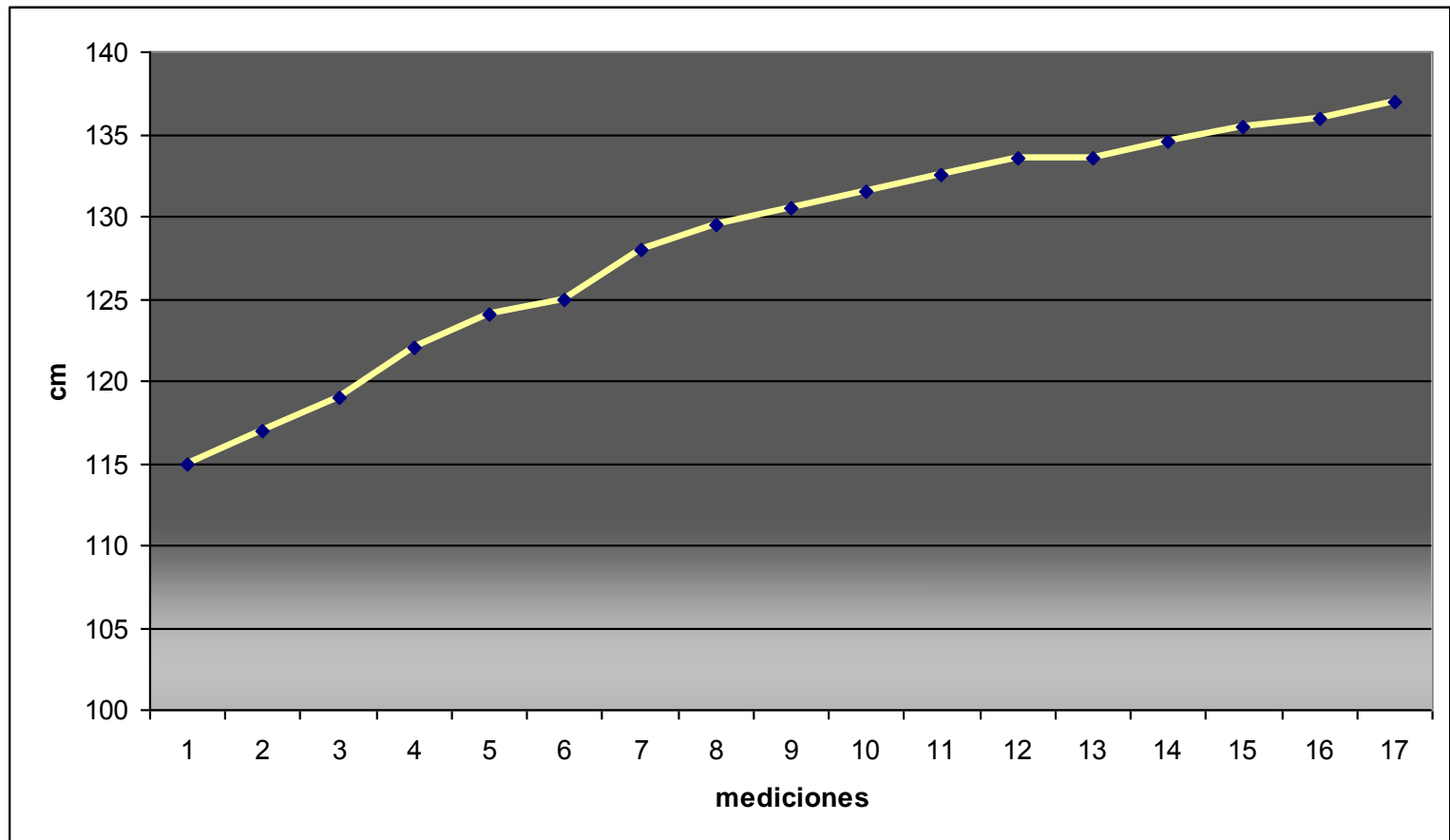
Anexo 19, gráfico 25: Comparación de aumento de peso entre los tratamientos



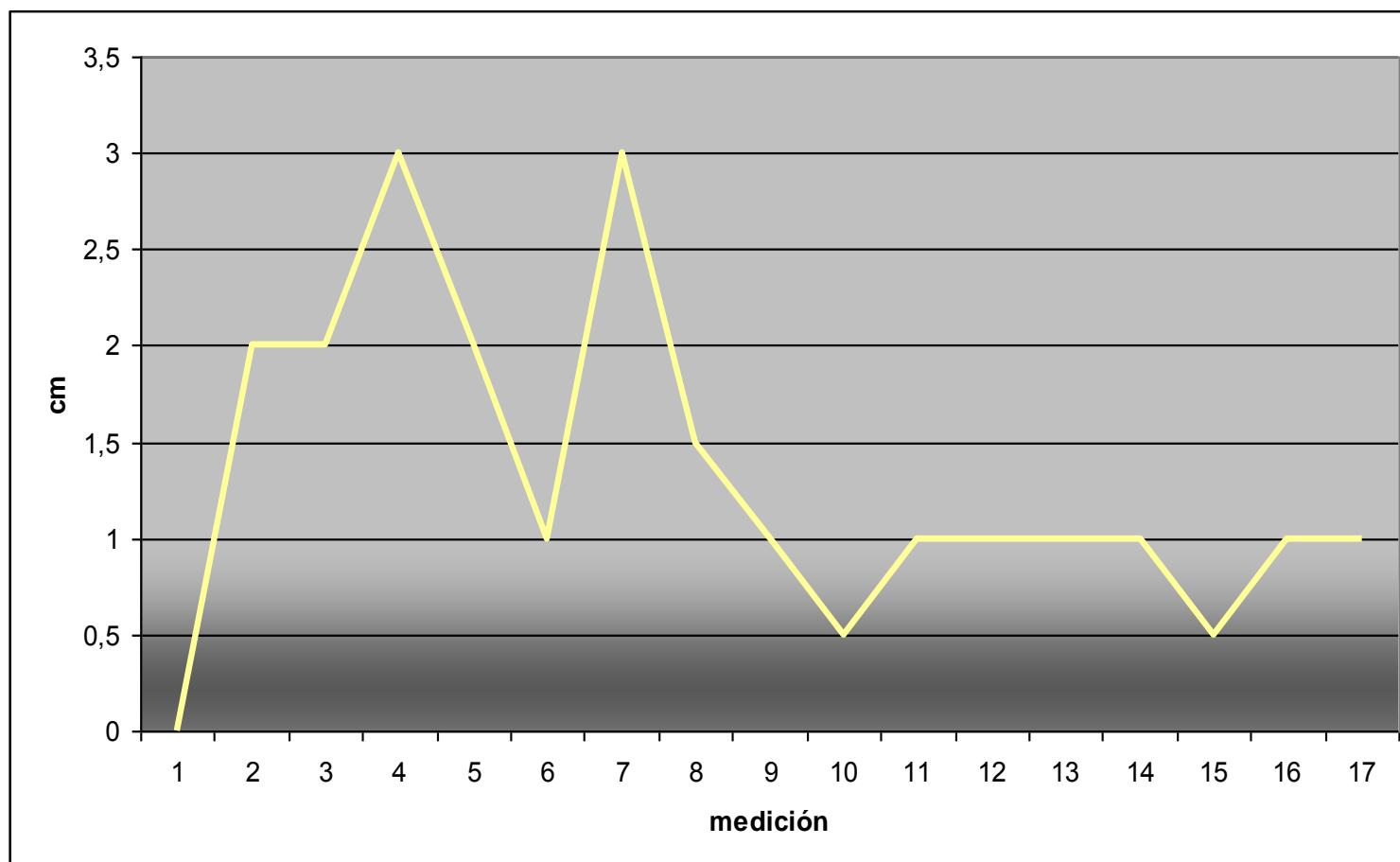
Anexo 20, Gráfico 26: comparación ganancia de peso observada tras cada medición



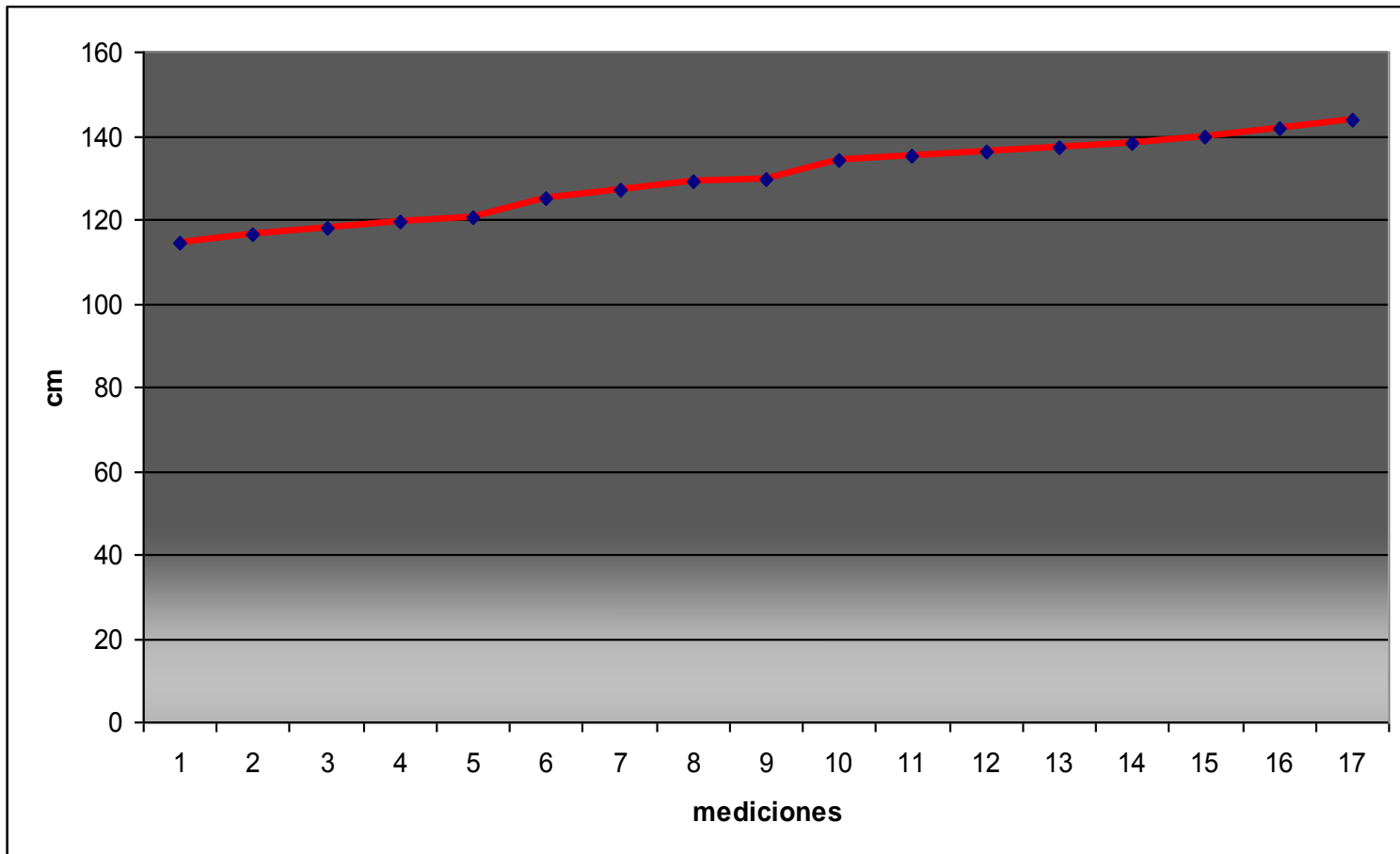
Anexo 21, Gráfico 27: Aumento de perímetro torácico tto0



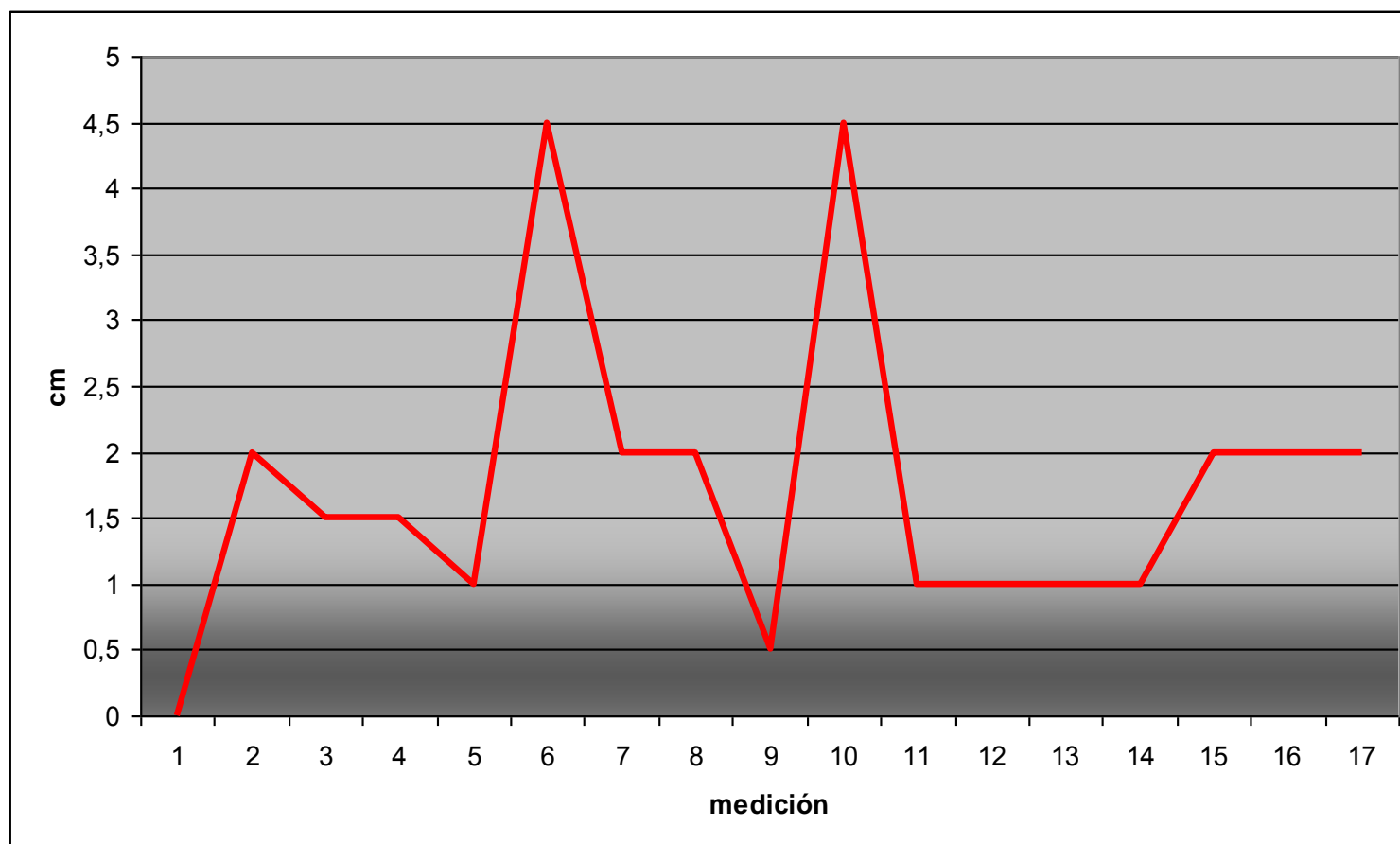
Anexo 22, Gráfico 28: Aumento de talla en cm para el PT observado tras cada medición en el tto0



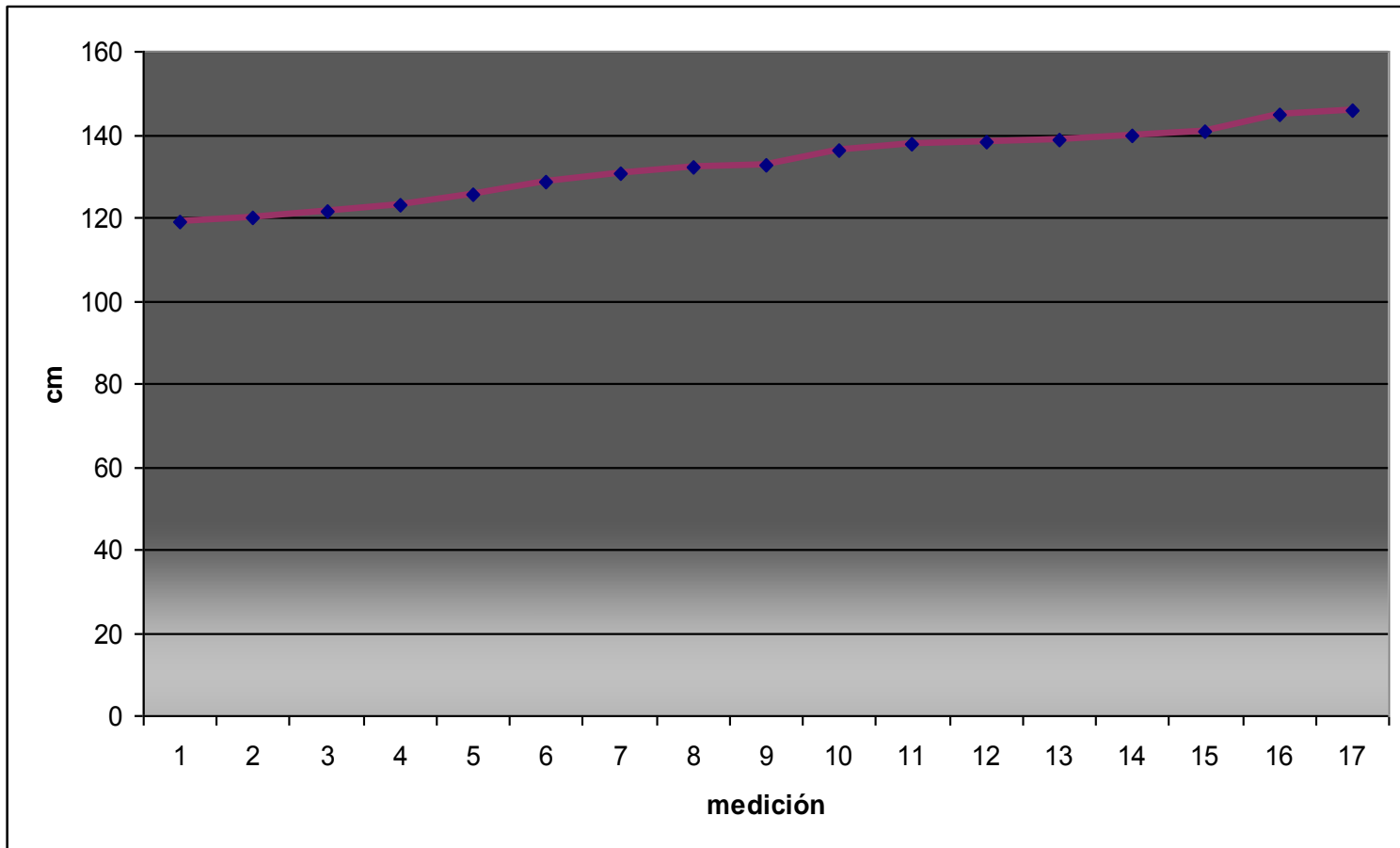
Anexo 23, Gráfico 29: Aumento de perímetro torácico tto1



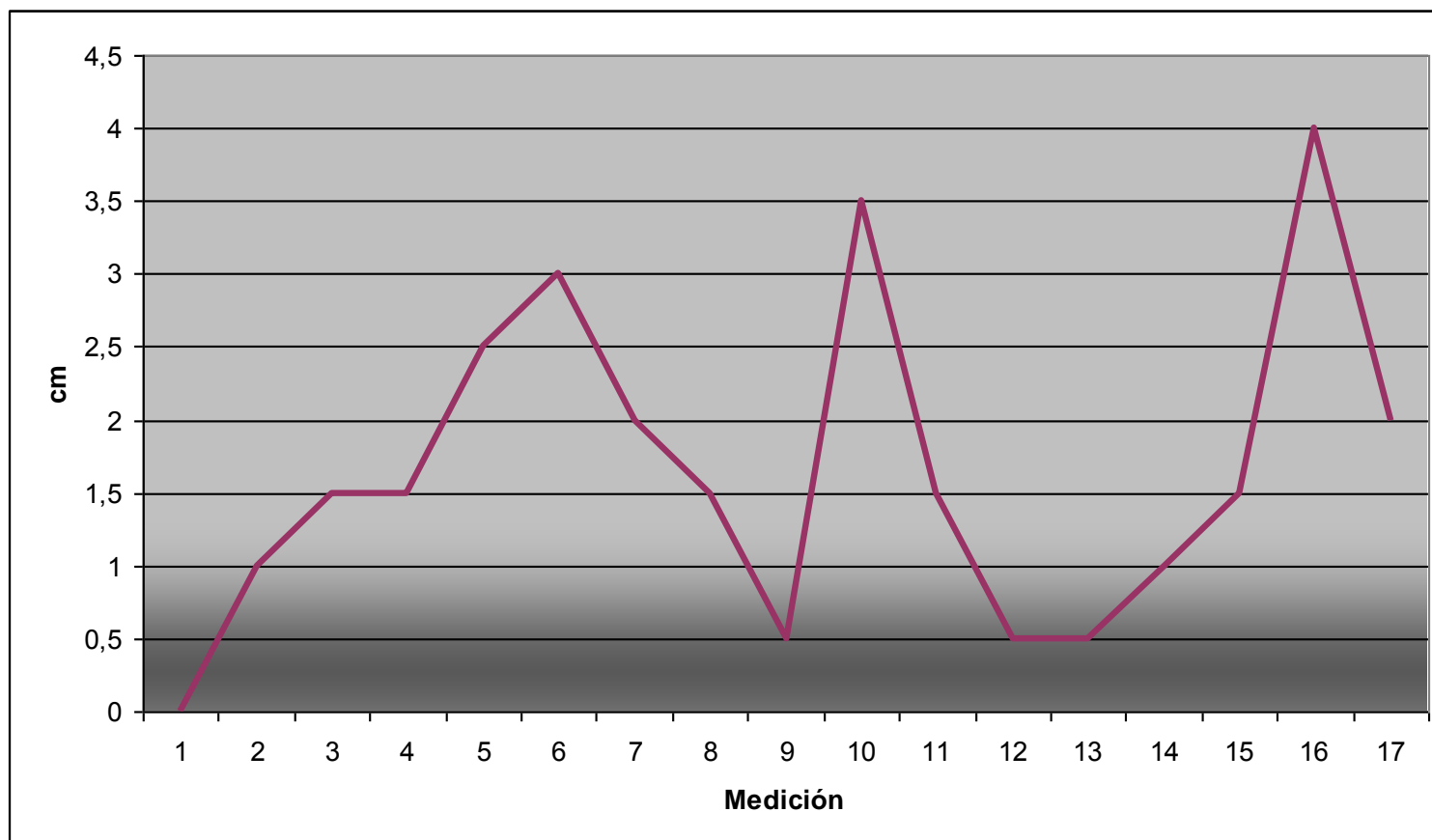
Anexo 24, Gráfico 30: Aumento de talla en cm para el PT observado tras cada medición en el tto1



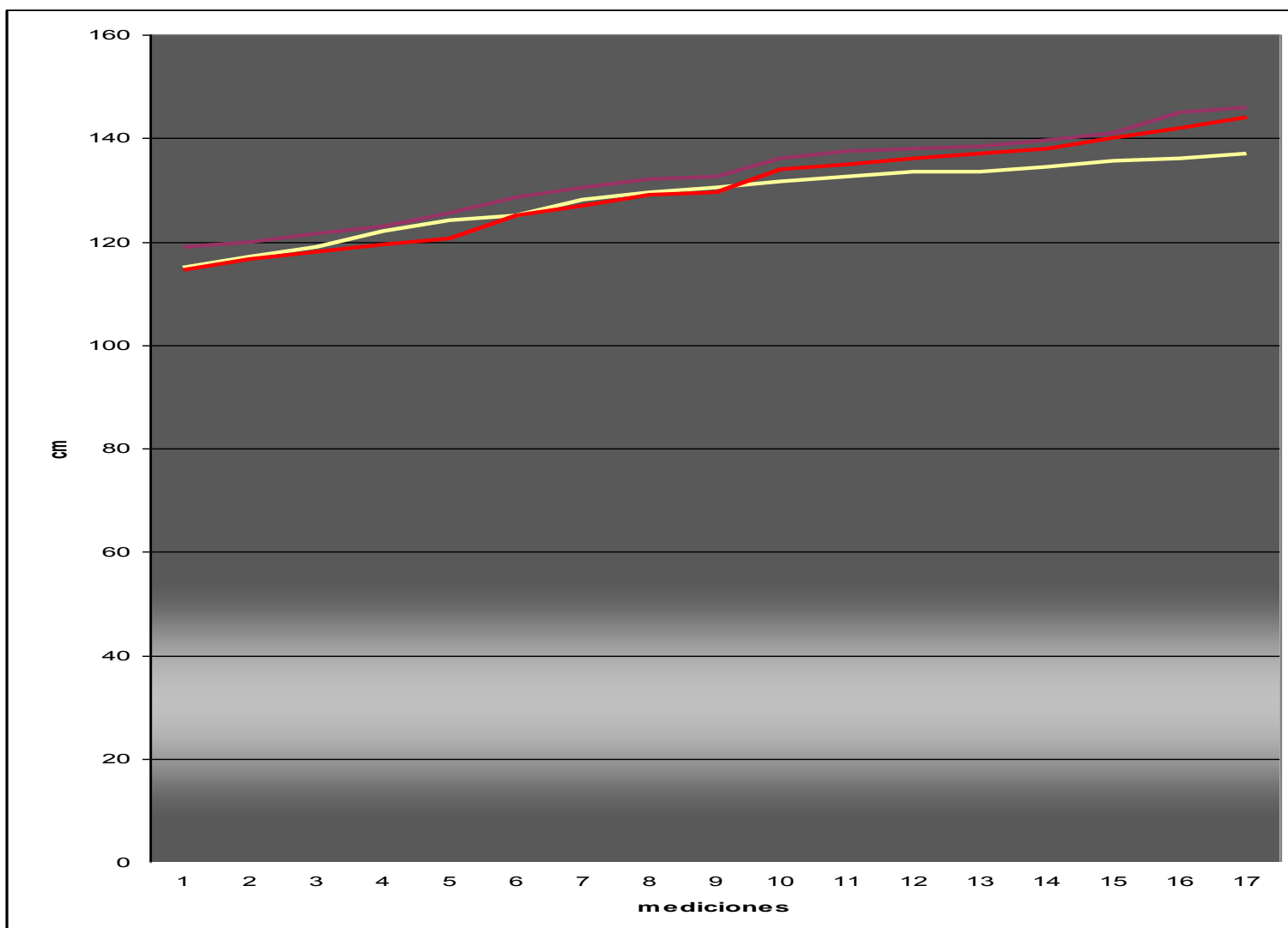
Anexo 25, Gráfico 31: Aumento de perímetro torácico tto2



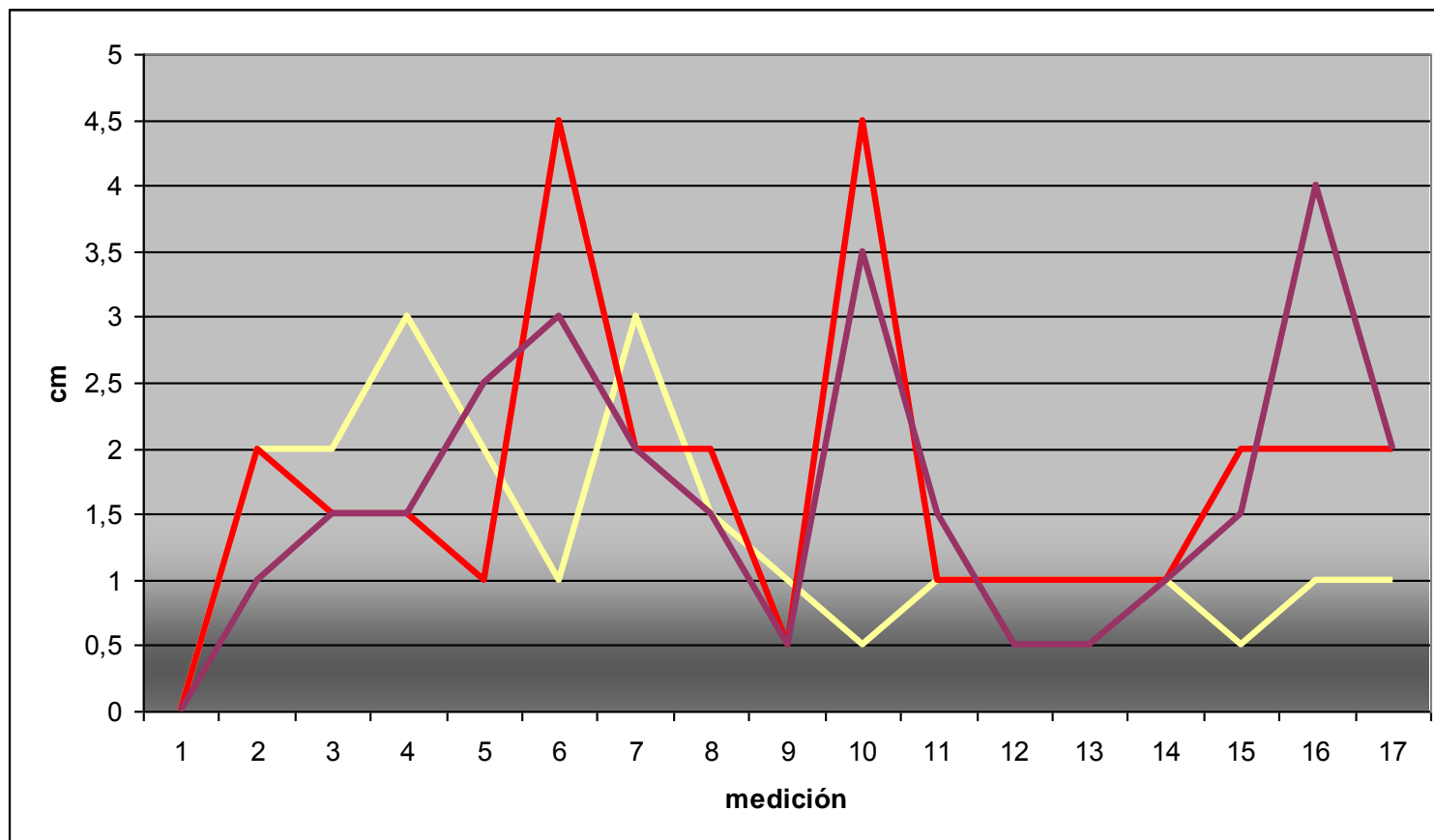
Anexo 26, Gráfico 32: Aumento de talla en cm para el PT observado tras cada medición en el tto2



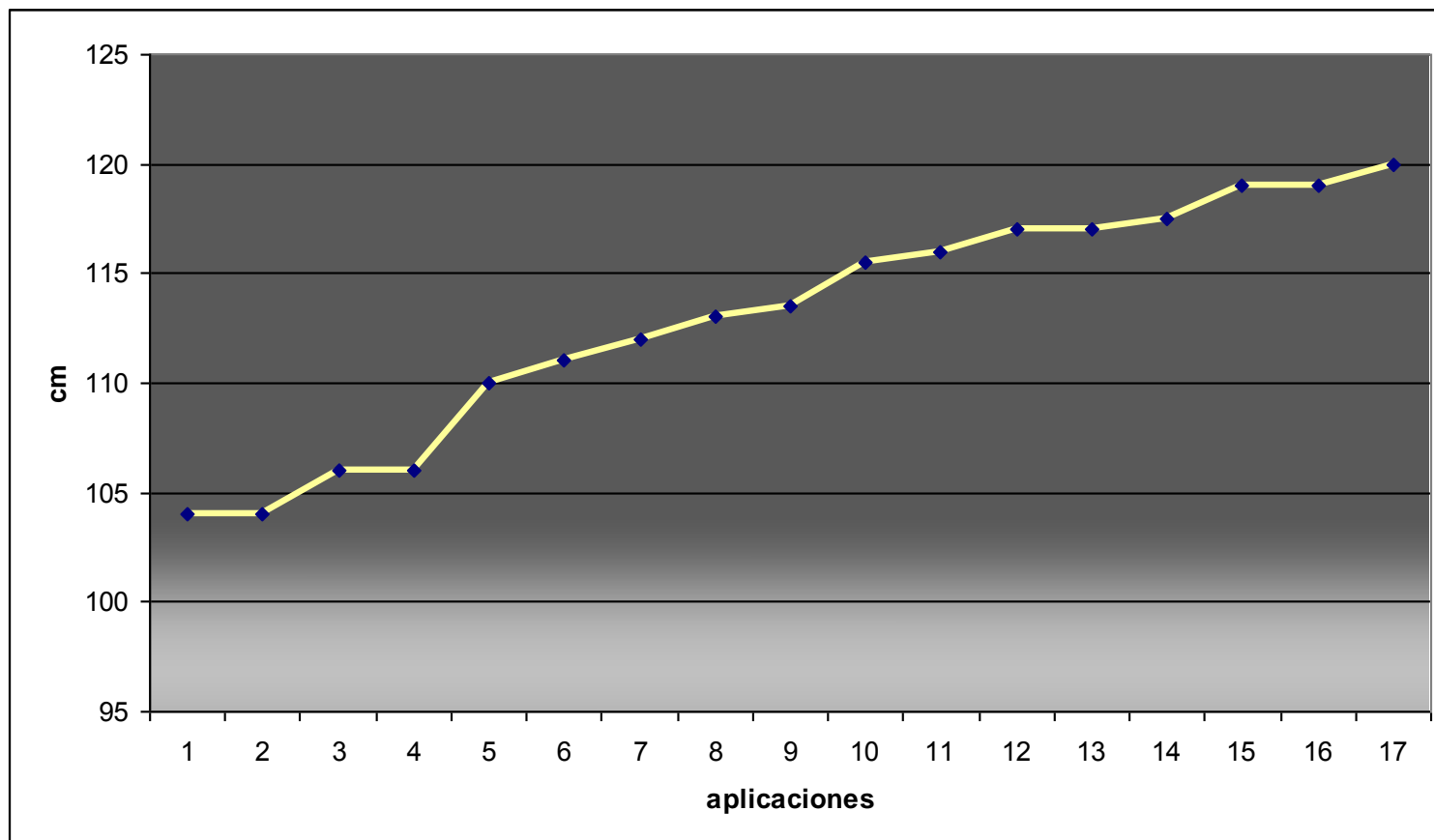
Anexo 27, Gráfico 33: Comparación de aumento de PT entre los tratamientos



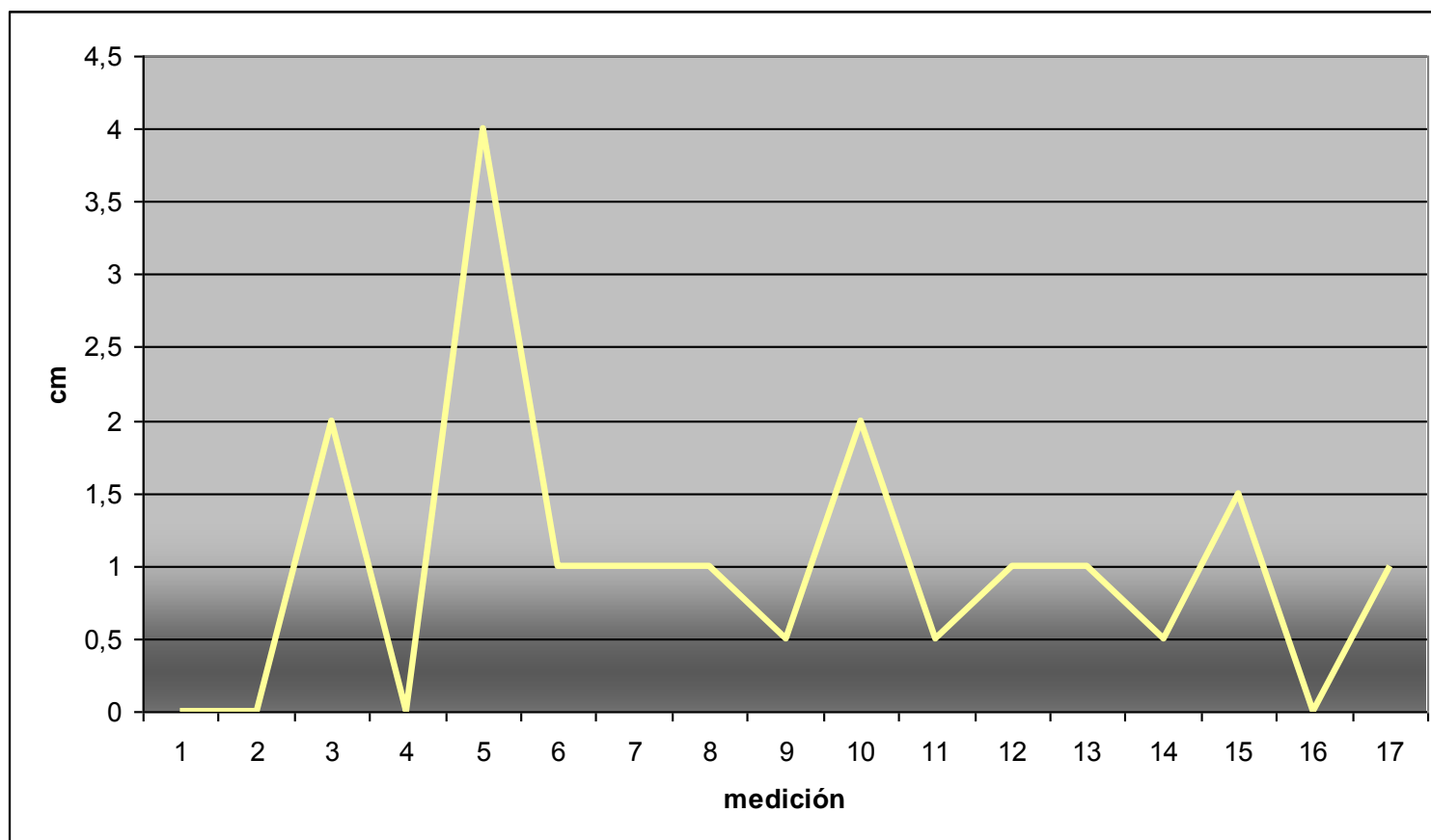
Anexo 28, Gráfico 34: comparación aumento de PT observado tras cada medición



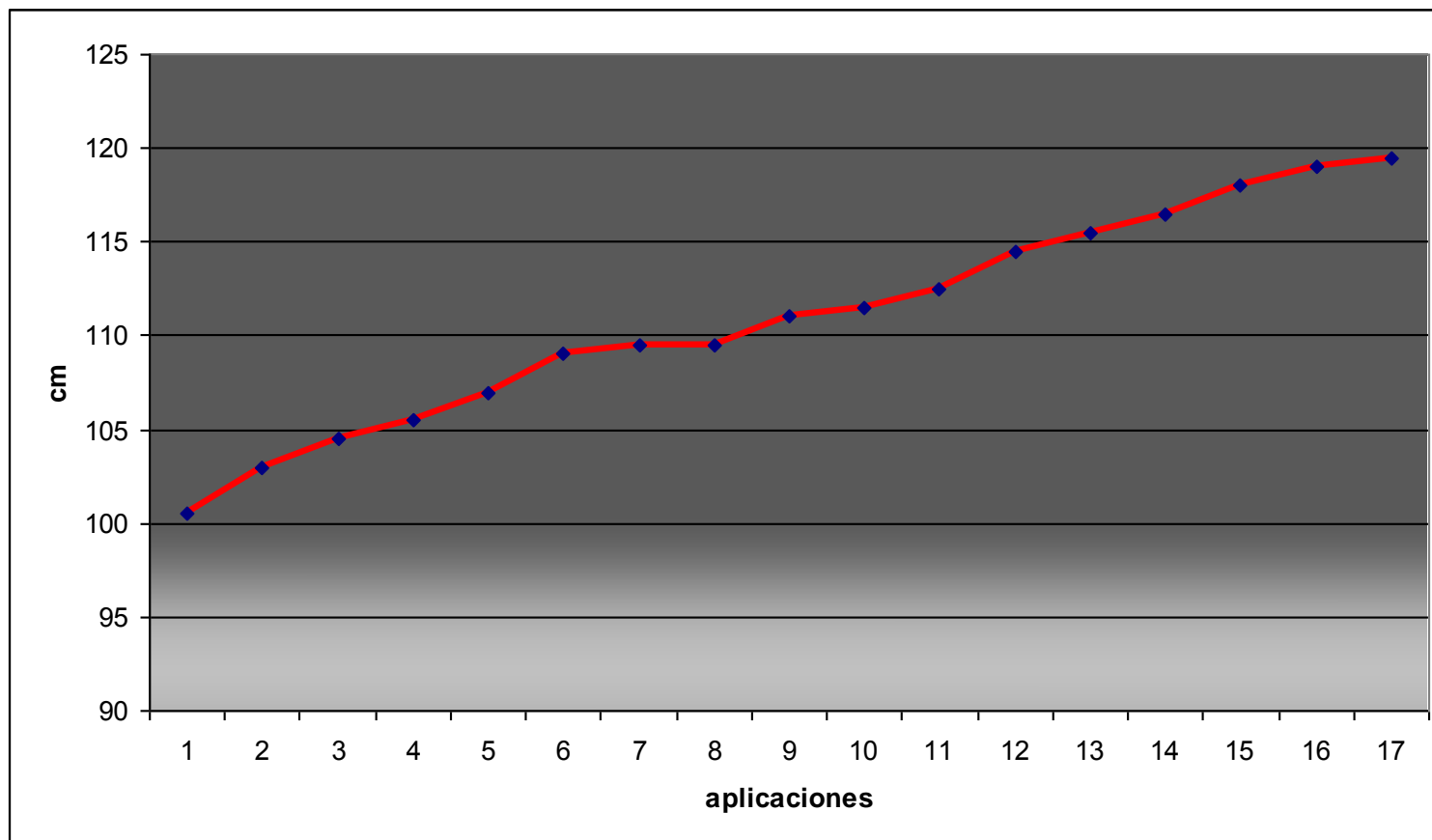
Anexo 29, Gráfico 35: Aumento de talla cruz (TC) tto0



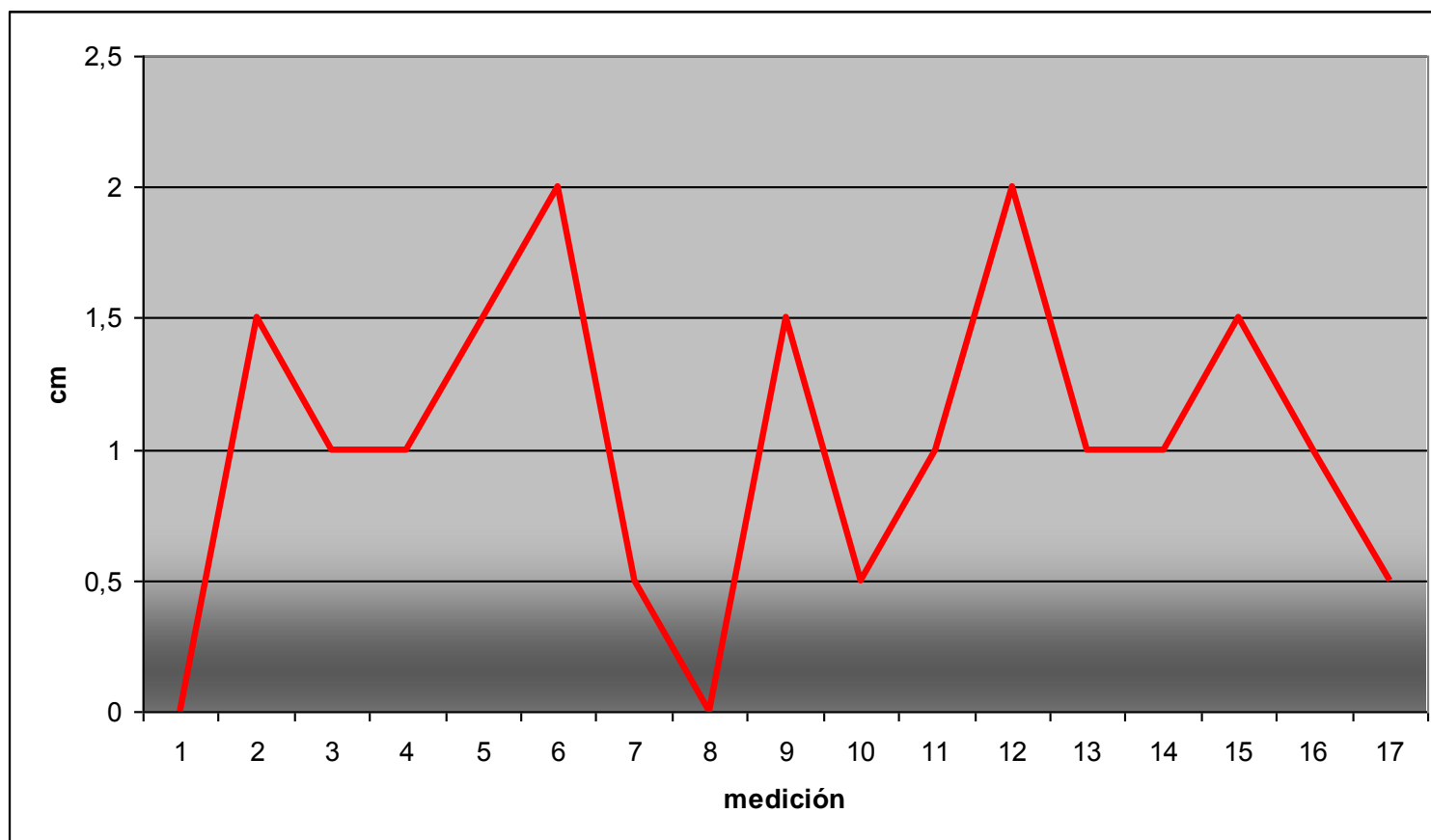
Anexo 30 Gráfico 36: Aumento de talla en cm para la TC observado tras cada medición en el tto0



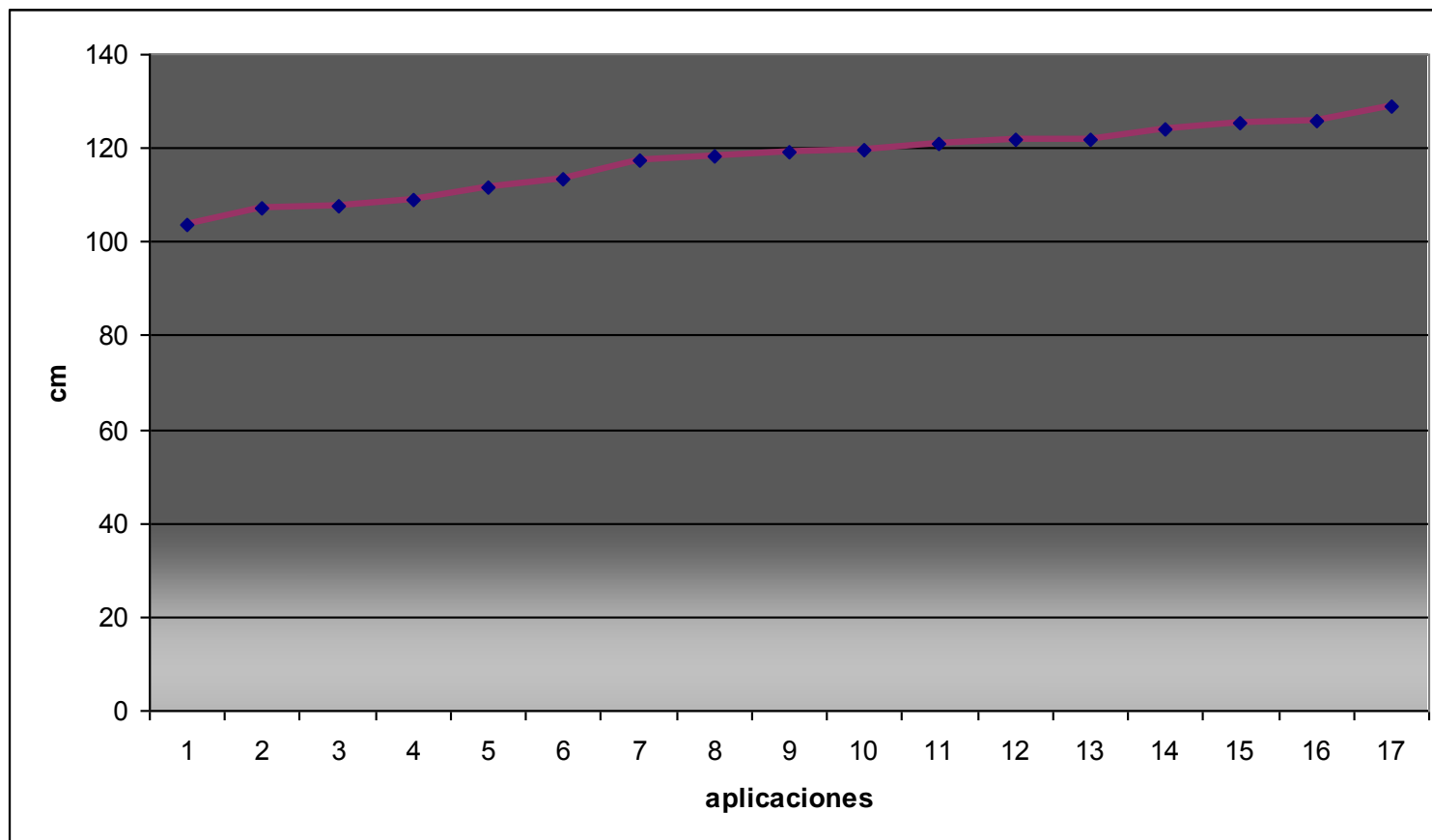
Anexo 31, Gráfico 37: Aumento de talla cruz (TC) tto1



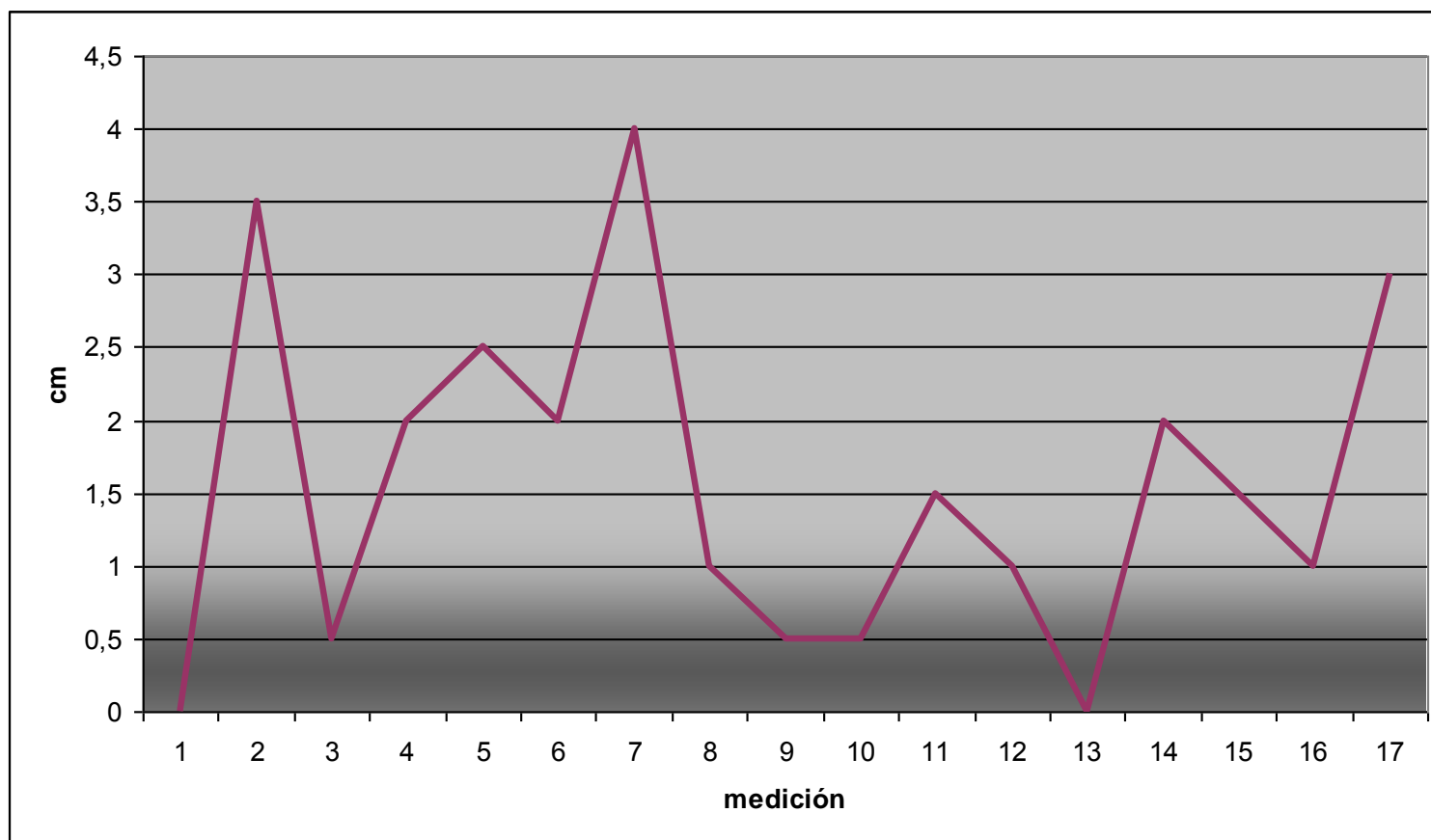
Anexo 32, Gráfico 38: Aumento de talla en cm para la TC observado tras cada medición en el tto1



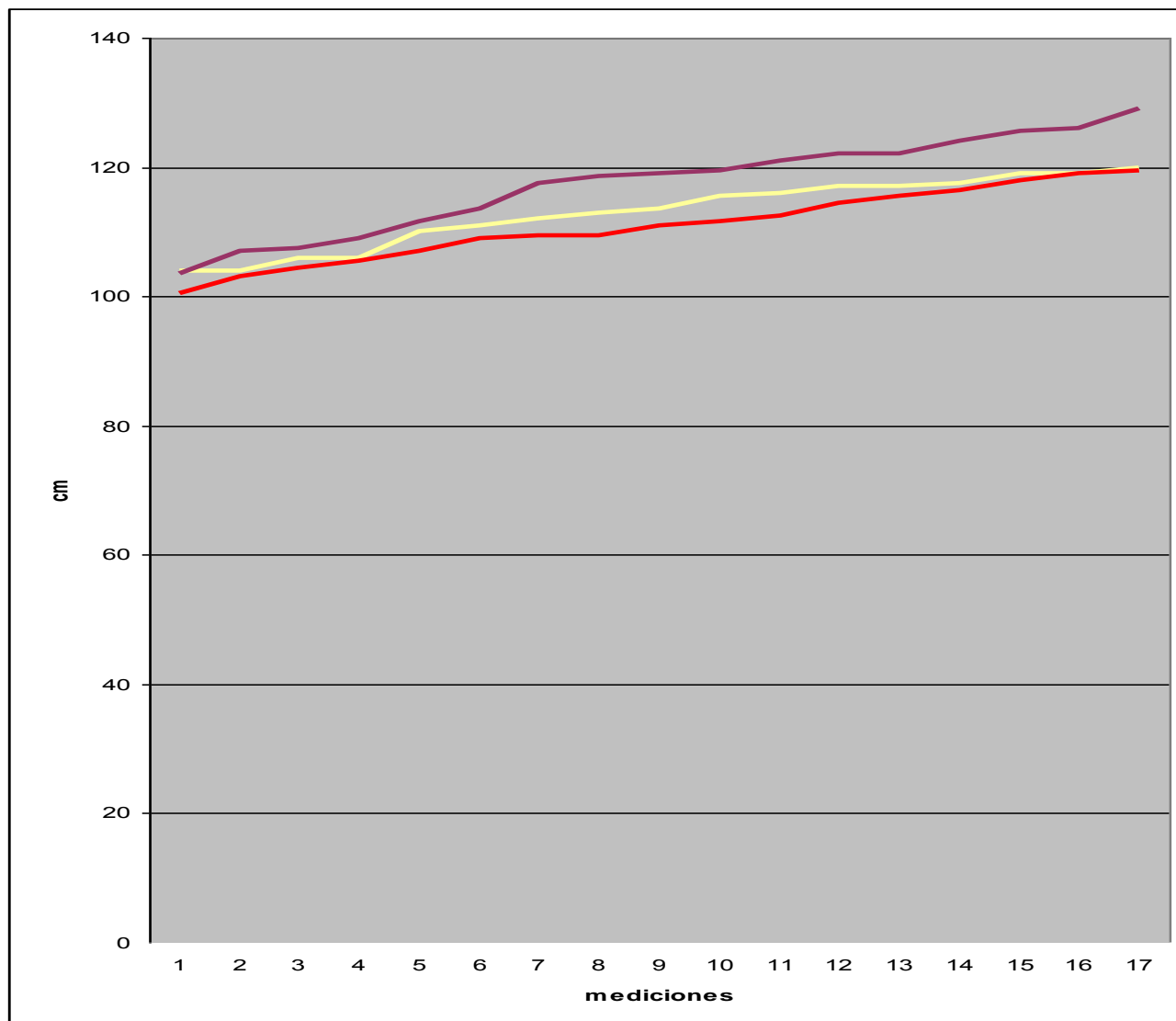
Anexo 33, Gráfico 39: Aumento de talla cruz (TC) tto2



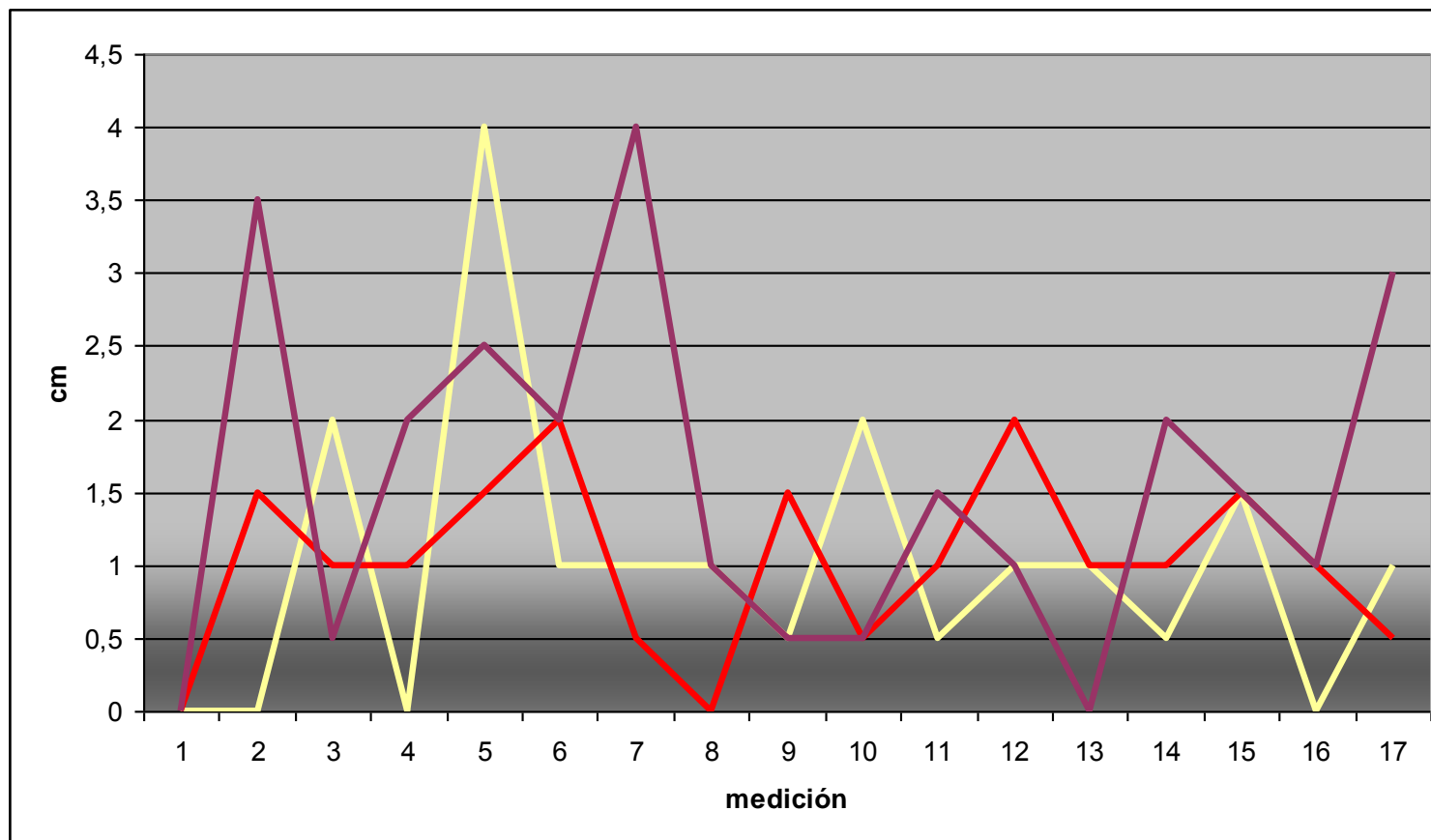
Anexo 34, Gráfico 40: Aumento de talla en cm para la TC observado tras cada medición en el tto2



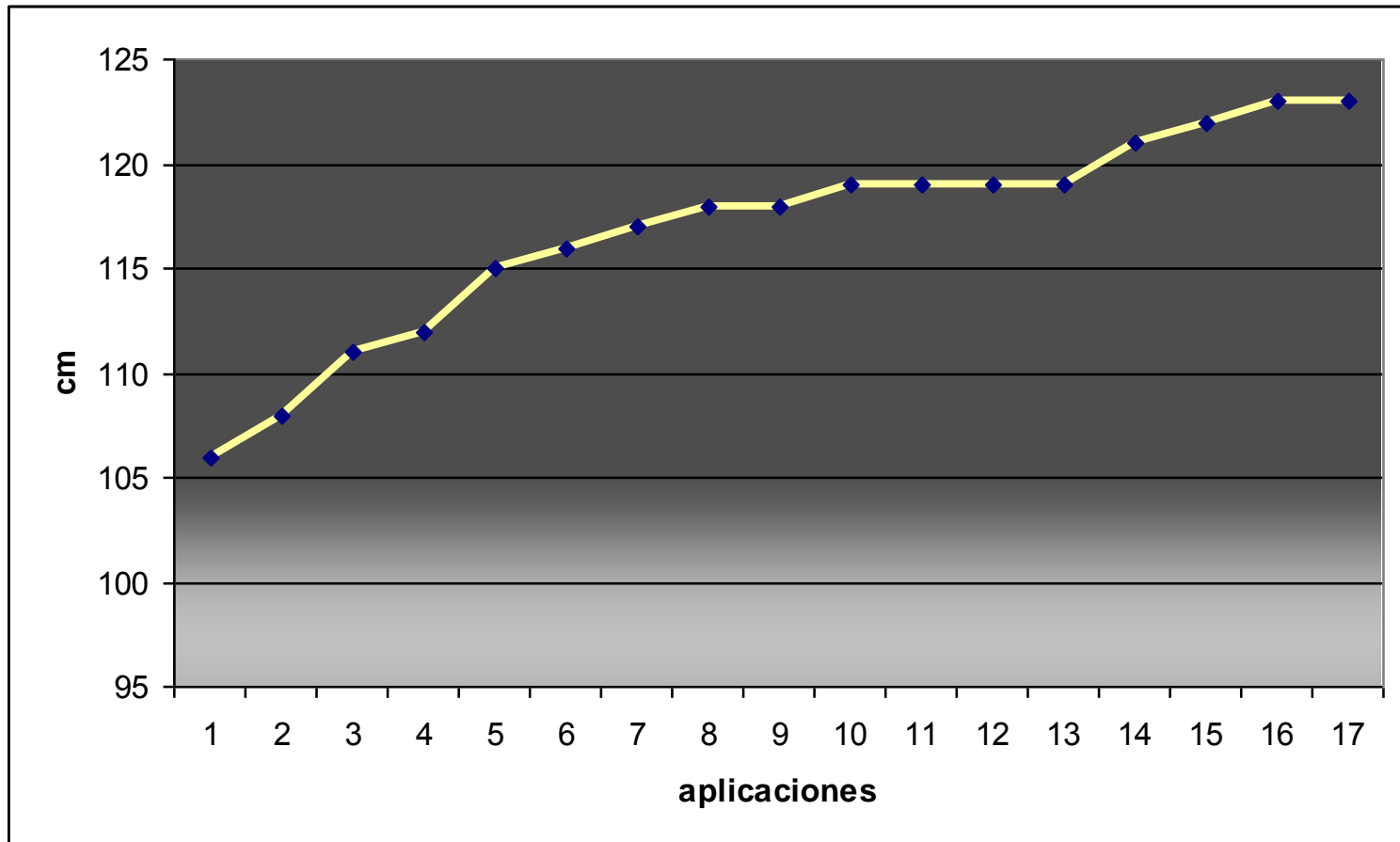
Anexo 35, gráfico 41: Comparación de aumento de TC entre los tratamientos



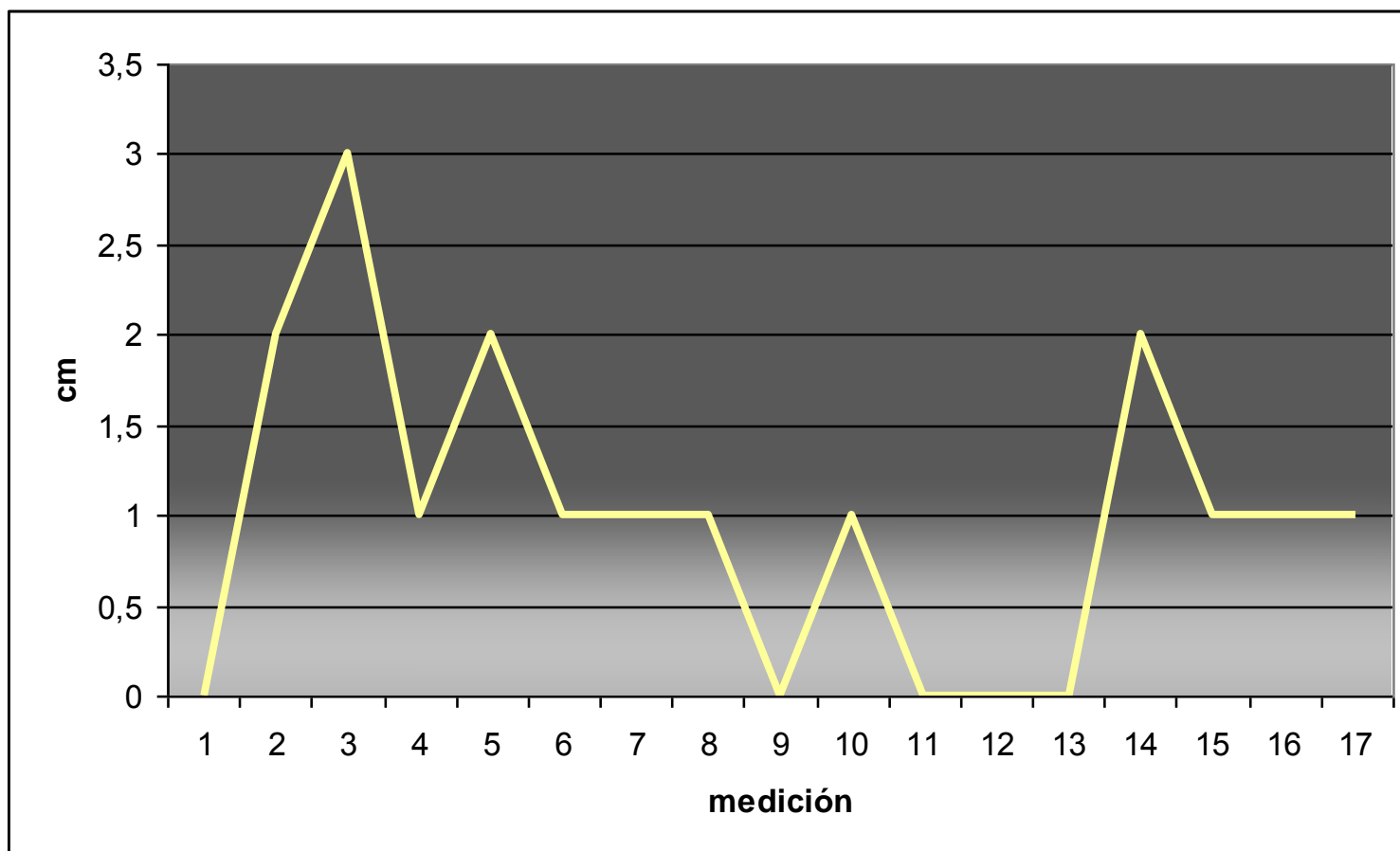
Anexo 36, Gráfico 42: comparación aumento de TC observado tras cada medición



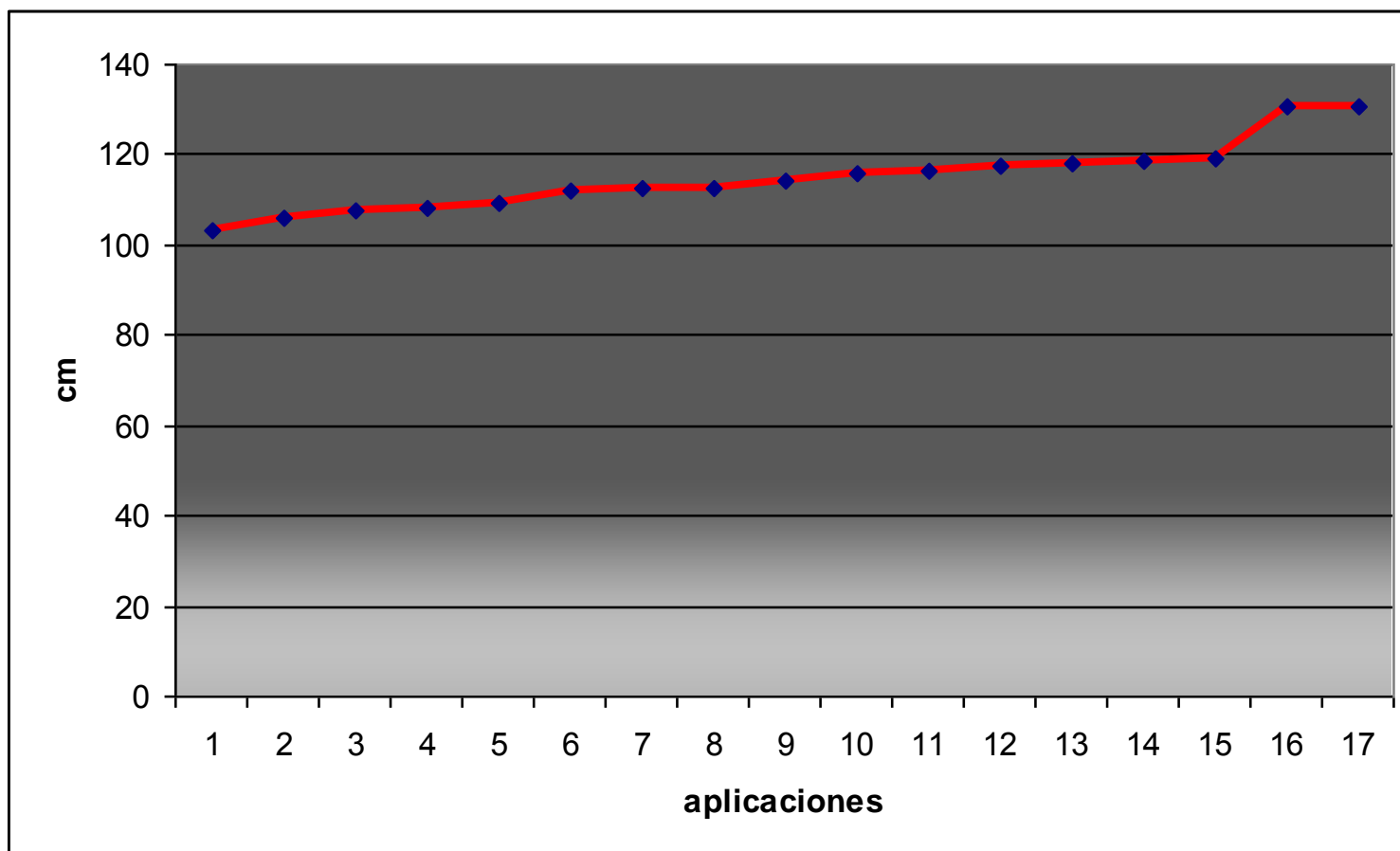
Anexo 37, Gráfico 43: Aumento de talla anca (TA) tto0



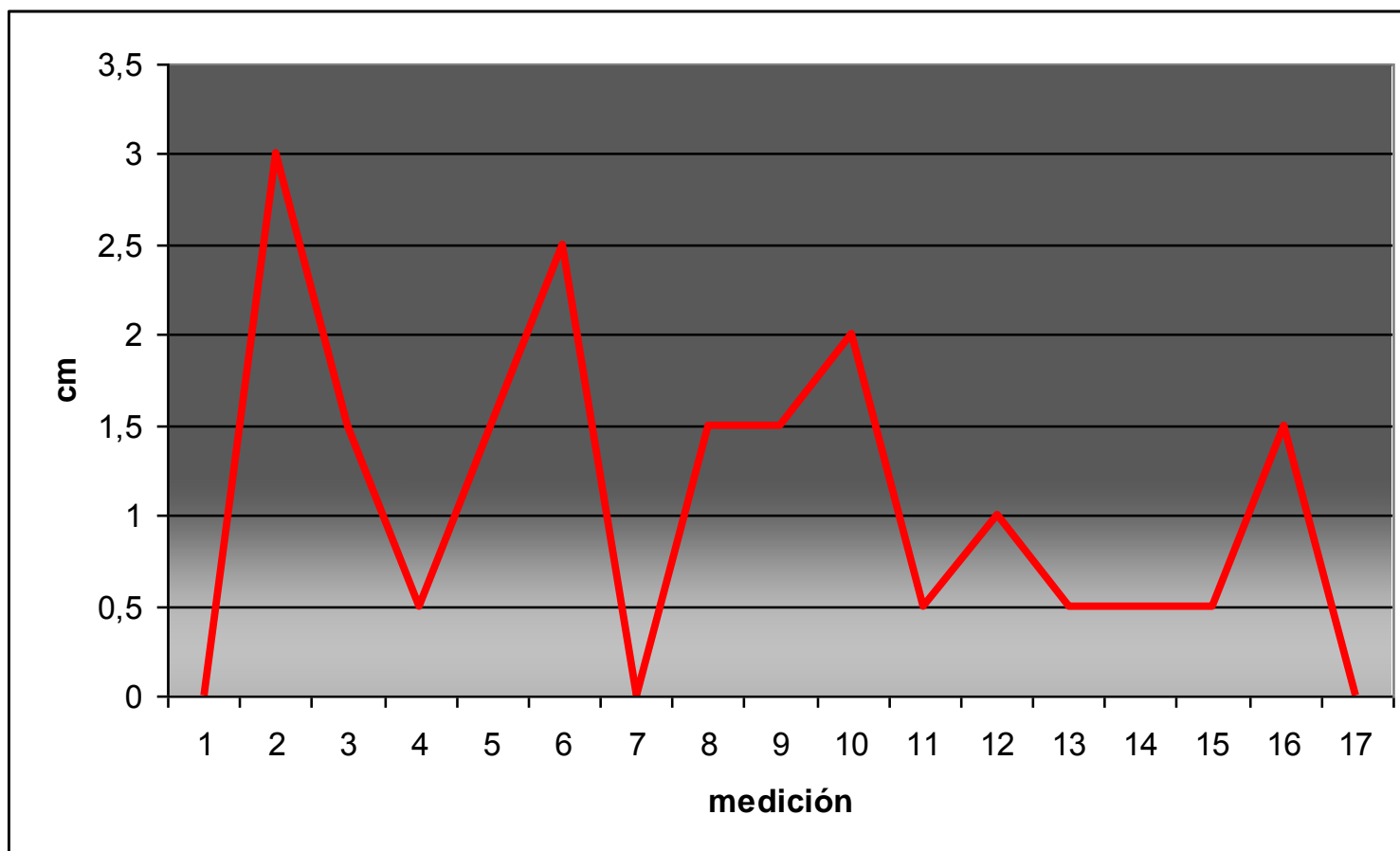
Anexo 38, Gráfico 44: Aumento de talla en cm para la TA observado tras cada medición en el tto0



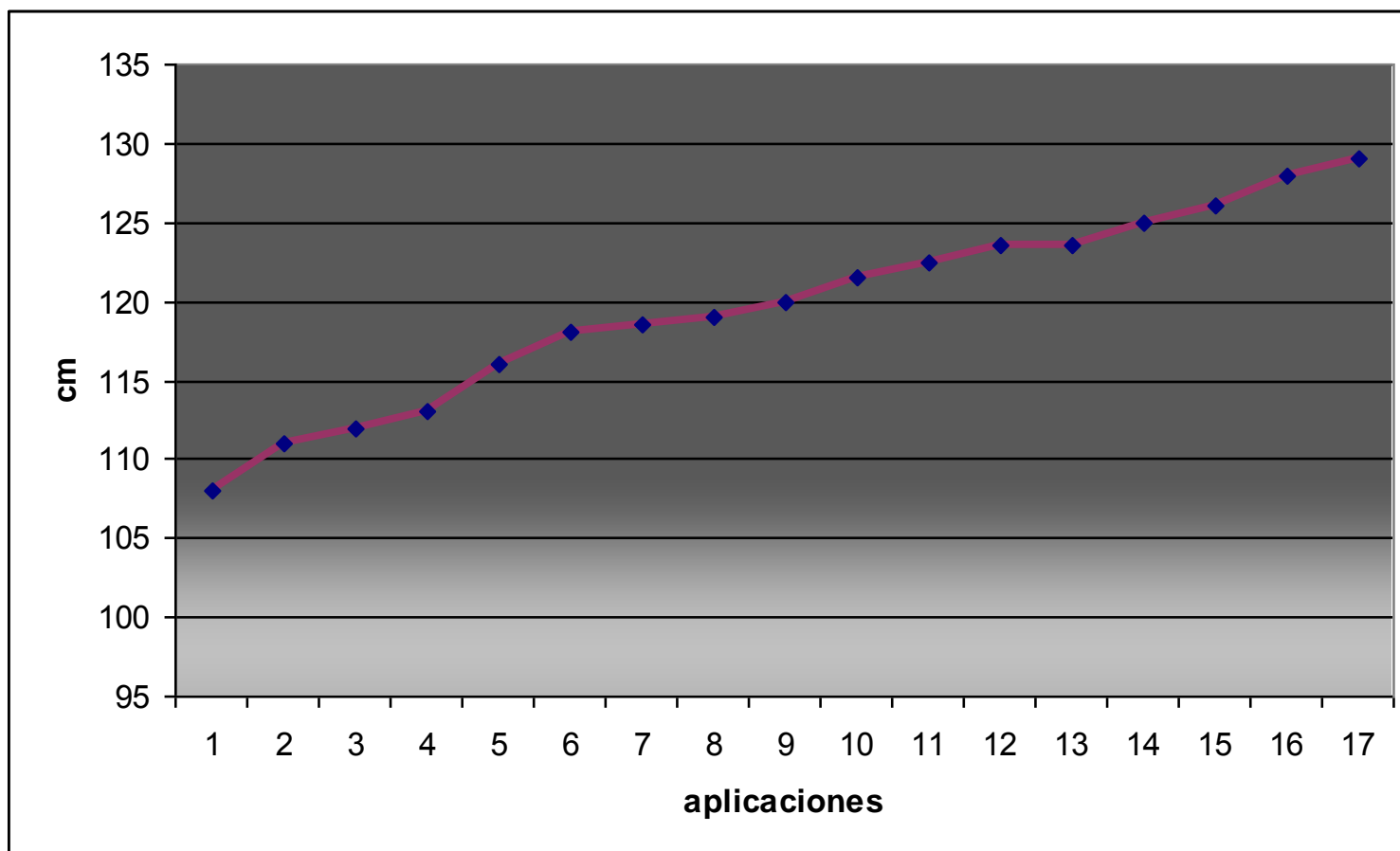
Anexo 39, Gráfico 45: Aumento de talla anca (TA) tto1



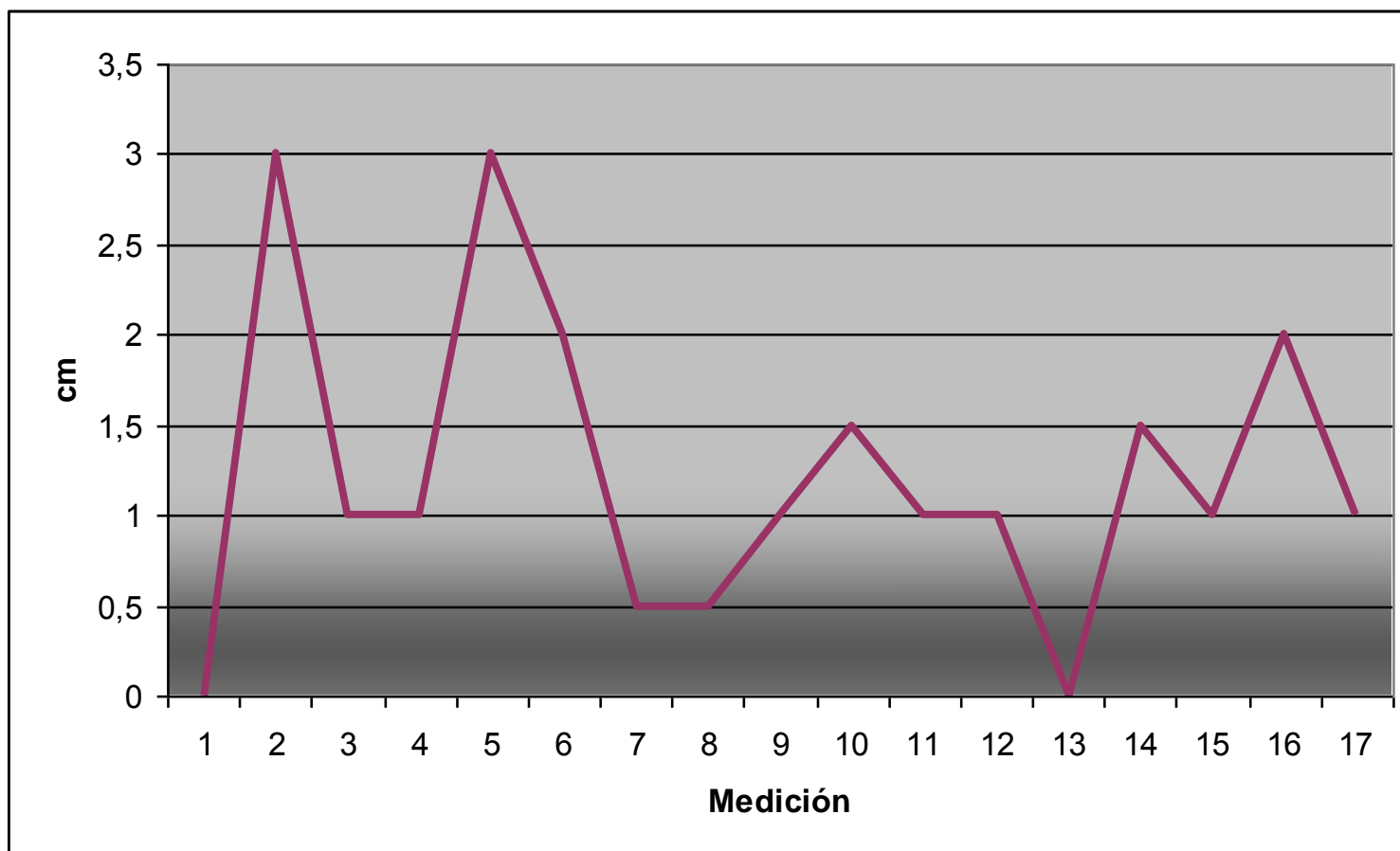
Anexo 40, Gráfico 46: Aumento de talla en cm para la TA observado tras cada medición en el tto1



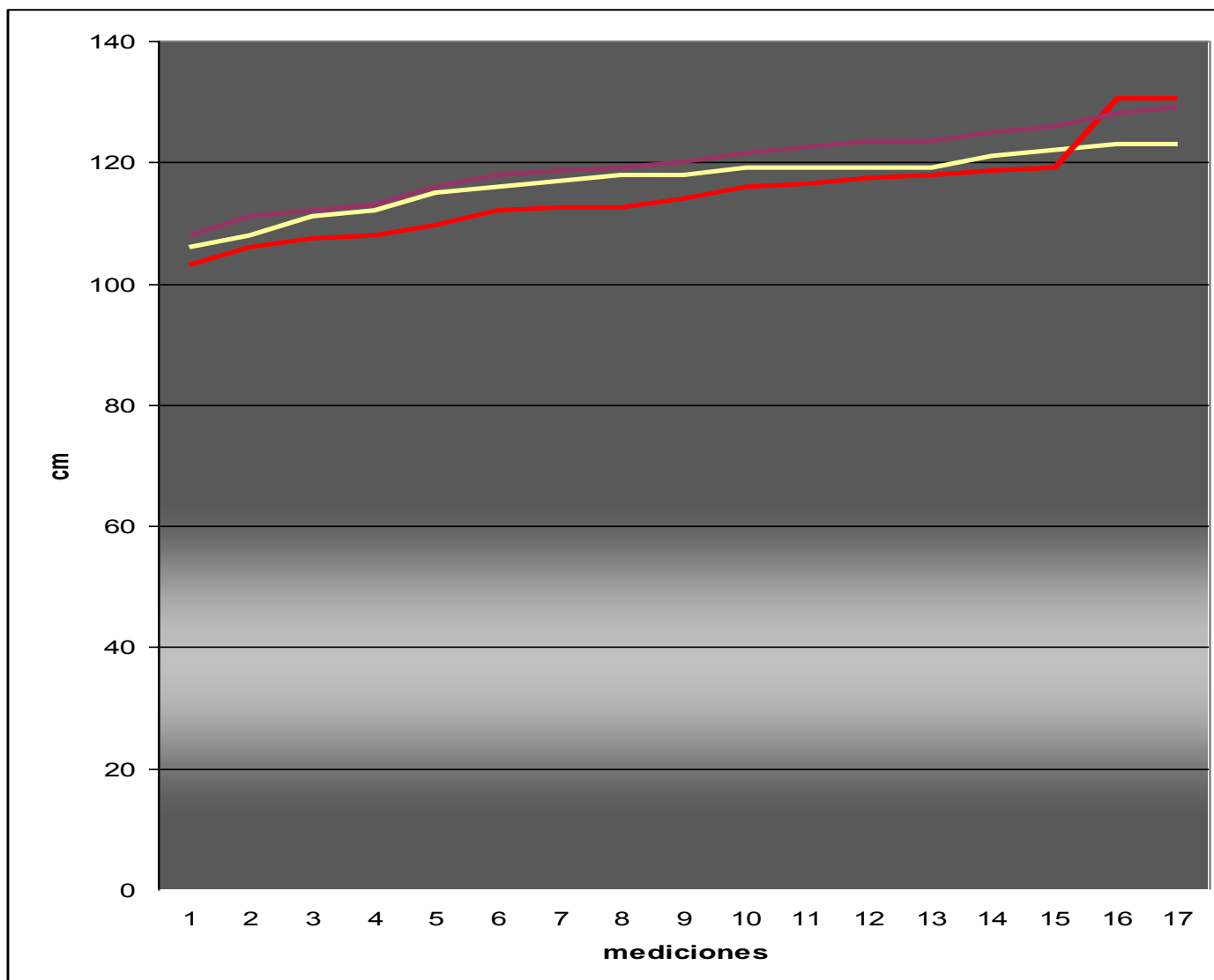
Anexo 41, Gráfico 47: Aumento de talla anca (TA) tto2



Anexo 42, Gráfico 48: Aumento de talla en cm para la TA observado tras cada medición en el tto2



Anexo 43, gráfico 49: Comparación de aumento de TA entre los tratamientos



Anexo 44, Gráfico 50: comparación aumento de TA observado tras cada medición

